



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ESTRÉS VISUAL. MÉTODOS DE DETECCIÓN Y SU RELACIÓN CON LAS DISFUNCIONES VISUALES

ALFONSO SÁNCHEZ MAG N

DIRECTORA: ROSA BORR S GARCÍA
DIRECTORA: MIREIA PACHECO I CUTILLAS
DEPARTAMENTO ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

JUNIO 2012



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

La Sra. Rosa Borr s García como directora del trabajo y la Sra. Mireia Pacheco i Cutillas como directora del trabajo,

CERTIFICAN

Que el Sr. Alfonso Sánchez Mag n ha realizado bajo su supervisión el trabajo "Estrés visual. Métodos de detección y su relación con las disfunciones visuales", que se recoge en esta memoria para optar al título de máster en Optometría y Ciencias de la Visión.

Y para que así conste, firmo/firmamos este certificado.

Sra. Rosa Borr�s García Directora del trabajo	Sra. Mireia Pacheco i Cutillas Directora del trabajo
--	---

Terrassa, 15 de Junio de 2012



MÁSTER UNIVERSITARIO EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

ESTRÉS VISUAL. MÉTODOS DE DETECCIÓN Y SU RELACIÓN CON LAS DISFUNCIONES VISUALES

RESUMEN

La incomodidad visual es una sensación desagradable de etiología múltiple que puede estar asociada a síntomas de borrosidad, diplopía, irritación ocular, dolor de cabeza, entre otras. También se han descrito síntomas relacionados con el deslumbramiento y la observación de distorsiones perceptuales asociadas a la visualización de un texto durante la lectura, fenómeno que se conoce con el nombre de estrés visual, responsable de ocasionar dificultades en ciertas tareas, y especialmente durante la lectura. Se ha sugerido que un texto puede compararse a un patrón de franjas provocando los síntomas característicos del estrés visual.

El objetivo de este trabajo es investigar tres métodos para la detección del estrés visual, comprobar la concordancia de los resultados de las distintas pruebas, establecer la prevalencia del estrés visual, así como determinar si las capacidades visuales son diferentes en grupos de alto y bajo estrés visual. Para ello se ha estudiado una población joven, universitaria (N=181) a quien se le administró el cuestionario sobre incomodidad visual de Conlon, se valoraron las distorsiones visuales percibidas con el *Pattern Glare Test* y se registró el tiempo durante una tarea de rastreo visual sometida a condiciones visuales estresantes (Lucid ViSS). Finalmente se seleccionaron dos grupos de sujetos con baja y alta incomodidad visual, que se sometieron a pruebas acomodativas y de binocularidad.

Los resultados indican una prevalencia de estrés visual del 12% en la muestra estudiada, que afecta significativamente más a las mujeres. Además se observa una concordancia significativa entre la puntuación de incomodidad visual obtenida en el cuestionario y la severidad de los síntomas o distorsiones observados con el patrón de franjas (3 cp/g) del *Pattern Glare Test*. Finalmente, se ha encontrado que la prevalencia de foria asociada es significativamente mayor en el grupo de alta incomodidad visual y que ciertas habilidades de binocularidad y acomodación se muestran reducidas en el grupo de alto estrés visual.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría utilizar las siguientes líneas para agradecer a las personas que me han dado su apoyo y ayudado a lo largo de estos dos años de máster y durante la realización de este trabajo:

A mis padres y a mi hermana por apoyarme en todo momento desde la distancia.

A mis amigos por animarme desde la lejanía.

A mis compañeros y amigos del máster Clara Abadías, Bibiana Calviño, Miguel Angel Fortes y Noa Quevedo por ayudar, apoyar y ser mi pequeña familia durante este recorrido de dos años.

A mis directoras de trabajo, Rosa Borrás y Mireia Pacheco, por su paciencia y ayuda a lo largo de todo el trabajo. Gracias a todas sus explicaciones y consejos que me han servido de guía para realizar el estudio.

A María Giner Robles porque sin su ayuda no hubiera sido posible conseguir a todos los pacientes.

A los alumnos de la FOOT que participaron en el estudio, y sin quienes no hubiera podido seguir adelante con el trabajo.

A todos, Muchas Gracias

Alfonso Sánchez Magán

INDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	5
2.1	ESTRÉS VISUAL	5
2.1.1	CARACTERÍSTICAS	5
2.1.1.1	Teoría sobre el estrés visual.....	6
2.1.2	LECTURA	8
2.1.3	PATTERN GLARE O PATRÓN DE DESLUMBRAMIENTO.....	11
2.1.4	HABILIDADES VISUALES. ACOMODACIÓN Y BINOCULARIDAD	12
2.1.5	EPILEPSIA Y MIGRAÑA	14
2.1.5.1	Epilepsia fotosensible	14
2.1.5.2	Migrañas	15
2.2	MEDIDA DEL ESTRÉS VISUAL	17
2.2.1	CUESTIONARIO DE INCOMODIDAD VISUAL.....	17
2.2.2	WILKINS RATE OF READING (WRRT).....	20
2.2.3	PATTERN GLARE TEST.....	21
2.2.4	LUCID VISS.....	22
2.3	ESTRÉS VISUAL, SÍNDROME DE MEARES-IRLEN Y DIFICULTADES EN LA LECTURA	25
2.3.1	SÍNDROME DE MEARES-IRLEN.....	25
2.3.2	LENTES O FILTROS DE COLOR	26
2.3.3	DIFICULTADES ESPECÍFICAS DEL APRENDIZAJE	27
2.4	RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO	28
3	OBJETIVOS.....	33
3.1	OBJETIVOS GENERALES	33
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4	MATERIAL Y MÉTODO	37
4.1	PRUEBAS DE INCOMODIDAD VISUAL.....	37
4.1.1	MATERIAL Y CONDICIONES EXPERIMENTALES.....	37
4.1.2	SUJETOS	38
4.1.3	SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y PROTOCOLO DE MEDIDA.....	38
4.2	RELACIÓN CON DISFUNCIONES VISUALES	40
4.2.1	EXAMEN VISUAL	40
4.2.2	PRUEBAS DE BINOCULARIDAD Y ACOMODACIÓN	41
5	RESULTADOS	47
5.1	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	47
5.2	CUESTIONARIO.....	47
5.2.1	ANÁLISIS DE LA PUNTUACIÓN TOTAL DEL CUESTIONARIO.....	47
5.2.1.1	Análisis descriptivo	47
5.2.1.2	Comparación de medias según el sexo y la existencia de migraña	50
5.2.2	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO.....	50
5.2.2.1	Análisis descriptivo	51

5.2.2.2	Comparación de medias según el sexo y la existencia de migraña	54
5.2.2.3	Estudio de las correlaciones	55
5.3	PATTERN GLARE TEST	56
5.3.1	ANÁLISIS DE LA PUNTUACIÓN DEL PATTERN GLARE TEST	56
5.3.1.1	Análisis descriptivo	56
5.3.1.2	Comparación de medias en función del sexo y la existencia de migraña	59
5.3.1.3	Número y severidad de los síntomas.....	60
5.3.2	ESTUDIO DE VALORES NORMATIVOS	61
5.4	LUCID VISS.....	62
5.4.1	ANÁLISIS DEL TIEMPO DEL LUCID VISS	62
5.4.1.1	Análisis descriptivo	62
5.4.1.2	Comparación de medias en función del sexo y de la existencia de migraña	63
5.4.2	VALORES NORMATIVOS	64
5.5	CONCORDANCIA DE RESULTADOS ENTRE MÉTODOS DE DETECCIÓN.....	65
5.6	EXAMEN DE LAS HABILIDADES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES	68
5.6.1	COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS EXÁMENES VISUALES ENTRE GRUPOS DE ALTA Y BAJA INCOMODIDAD VISUAL	68
5.6.2	COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO	69
5.7	RESUMEN DE RESULTADOS	71
6	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	77
7	BIBLIOGRAFÍA	85

ANEXOS:

Anexo 1: Tablas estadísticas

Anexo 2: Cuestionario de incomodidad visual

Hojas de resultados Pattern Glare Test y Examen visual

Tabla de horario

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Síntomas que pueden estar presentes en el síndrome Meares-Irlen/estrés visual.	6
Tabla 2. Muestra el porcentaje de prevalencia obtenido en los diferentes estudios..	6
Tabla 3. Preguntas del cuestionario de incomodidad visual.	19
Tabla 4. Número de sujetos y edad media para el conjunto total de pacientes.	39
Tabla 5. Número de sujetos y edad media para el grupo con migrañas.	39
Tabla 6. Número de sujetos y edad media para los grupos de baja y alta incomodidad visual y migrañas.....	41
Tabla 7. Pruebas e instrumentos empleados en el examen visual.....	42
Tabla 8. Análisis descriptivo de la puntuación total del cuestionario de incomodidad visual para toda la muestra y por grupo sexo y migraña.....	48
Tabla 9. Diferencia de puntuación total del cuestionario para los grupos de sexo y migrañas.....	50
Tabla 10. Análisis descriptivo de los factores del cuestionario de incomodidad visual.....	51
Tabla 11. Análisis descriptivo de los factores del cuestionario de incomodidad visual en función del sexo.	52
Tabla 12. Análisis descriptivo de los factores del cuestionario de incomodidad visual en función de la existencia de migraña.	52
Tabla 13. Comparación de las medias de los 3 factores del cuestionario en función del sexo y la existencia de migraña.	54
Tabla 14. Análisis de correlación entre la puntuación total y los distintos factores del cuestionario para toda la muestra.	55
Tabla 15. Análisis descriptivo del número de síntomas o distorsiones observadas y la severidad de dichos síntomas para la muestra estudiada, al presentar los patrones de franjas de 0.5 cpg (P1), 3 cpg (P2) y 12 cpg (P3).	56
Tabla 16. Comparación de las medias para el número y severidad de los síntomas obtenidos en el Pattern Glare para el grupo sexo.....	59
Tabla 17. Comparación de las medias para el número y severidad de los síntomas obtenidos en el Pattern Glare para el grupo de migrañas.....	60
Tabla 18. Relación entre la diferencia en el número y severidad de los síntomas del patrón 2 - patrón 3(3-12 cpg) para la totalidad de la muestra.	60
Tabla 19. Relación entre el número y severidad de los síntomas para la totalidad de la muestra.	61
Tabla 20. Análisis descriptivo del tiempo promedio registrado para la prueba del Lucid ViSS en la muestra examinada.	62
Tabla 21. Comparación de las medias para los tiempos del Lucid ViSS para los grupos de sexo y migrañas.	64
Tabla 22. Criterios de clasificación de los diferentes métodos de detección del estrés o incomodidad visual.....	65

Tabla 23. Concordancia de resultados entre el cuestionario de incomodidad visual y el <i>Pattern Glare Test</i> , para la totalidad de la muestra.....	66
Tabla 24. Concordancia de resultados entre el cuestionario de incomodidad visual y el Lucid ViSS, para la totalidad de la muestra.	66
Tabla 25. Concordancia de resultados entre el <i>Pattern Glare Test</i> y el Lucid ViSS, para la totalidad de la muestra.	67
Tabla 26. Diferencia entre los grupos de baja y alta incomodidad visual para los distintas pruebas acomodativas y binoculares.	68
Tabla 27. Prevalencia de la foria asociada en los subgrupos de baja y alta incomodidad.....	69
Tabla 28. Diferencia para el factor 3 entre los grupos de baja y alta incomodidad para los distintas pruebas acomodativas y binoculares.....	70
Tabla 29. Prevalencia de la foria asociada para el factor 2 en los grupos de baja y alta incomodidad.....	71

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Segregación funcional del sistema visual de los primates.	8
Imagen 2. Muestra las medidas realizadas para determinar las características del texto. ...	9
Imagen 3. Patrón de franjas con un perfil de onda cuadrada.....	11
Imagen 4. Página del test de velocidad lectora de Wilkins	20
Imagen 5. Ilustración del PatternGlare Test.....	22
Imagen 6. Pantalla del programa Lucid ViSS presentando una matriz visualmente no estresante y visualmente estresante (patrón de franjas).	24
Imagen 7. Lentes y láminas de color utilizadas en el proceso de evaluación y tratamiento en el síndrome de Meares-Irlen con dificultades en la lectura.....	26
Imagen 8. Sala de la FOOT donde se realizaron las pruebas de estrés visual.	37
Imagen 9. Presentación de los métodos de detección del estrés visual.....	39

INDICE DE FIGURAS

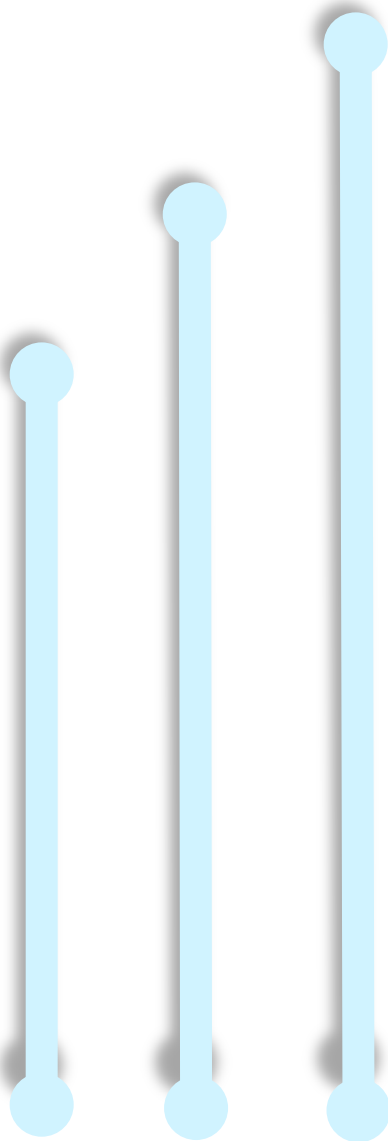
Figura 1. Espacio entre líneas y palabra para la muestras de textos seleccionados por estudiantes	10
Figura 2. Registro de la respuesta acomodativa para un sujeto con alta incomodidad visual que demuestra fatiga en la acomodación.	13
Figura 3. Características de los patrones de franjas que inducen anomalías epileptiformes en sujetos con epilepsia fotosensible y distorsiones perceptuales en sujetos normales.....	15
Figura 4. Registro de la acomodación (10 segundos de duración) para un sujeto, tomadas en diferentes condiciones de visión.	26

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución del valor de la puntuación total del cuestionario de incomodidad visual para toda la muestra.	48
Gráfica 2. Comparativa de los resultados obtenidos de distribución de la puntuación de incomodidad visual utilizando el criterio de Conlon (Conlon et al., 1999) para la muestra del presente estudio y la muestra del estudio de Conlon et al. (1999).	49
Gráfica 3. Comparación de la distribución de la puntuación del cuestionario de incomodidad visual utilizando el criterio de Borsting (Borsting et al., 2007) en su muestra de estudio y en la nuestra.	49
Gráfica 4. Distribución de la puntuación total para los grupos: sexo (1) y migrañas (2). ...	50
Gráfica 5. Distribución de los tres factores del cuestionario de incomodidad visual para toda la muestra.....	51
Gráfica 6. Distribución de los tres factores del cuestionario de incomodidad visual en función del sexo.	52
Gráfica 7. Distribución de los factores del cuestionario de incomodidad visual en función de la existencia de migraña.....	53
Gráfica 8. Distribución de los tres factores del cuestionario de incomodidad visual utilizando el criterio de Borsting (Borsting et al., 2007) para el total de la muestra. ...	53
Gráfica 9. Correlación de los tres factores estudiados con la puntuación total del cuestionario para la totalidad de la muestra.....	55
Gráfica 10. Frecuencia de distribución del número de síntomas o distorsiones observadas en los patrones 1, 2 y 3 (0.5, 3, 12 cpg) del Pattern Glare, así como para la diferencia en el número de síntomas entre el patrón 2 y patrón 3 (3 cpg – 12 cpg) para la muestra estudiada (N=181).....	58
Gráfica 11. Frecuencia en la escala de severidad de los síntomas o distorsiones observadas con el Pattern Glare para los patrones 2 y 3 (3 y 12 cpg) para la muestra estudiada (N= 181).....	58
Gráfica 12. Frecuencia de la distribución en la diferencia entre el patrón 2 y patrón 3 (3-12 cpg) para la escala de severidad de los síntomas o distorsiones observadas con el Pattern Glare (N=181).....	58
Gráfica 13. Distribución del tiempo promedio empleado para las pruebas sin y con estrés para la muestra estudiada.....	62
Gráfica 14. Distribución de la diferencia del tiempo promedio entre las pruebas con estrés visual y estrés visual.	63
Gráfica 15. Distribución del promedio de tiempo de las pruebas sin estrés y con estrés para los grupos sexo y migrañas.	63

Gráfica 16. Distribución de la diferencia de las medias de tiempo con y sin estrés para la totalidad de la muestra según el criterio propuesto.....	64
---	----

INTRODUCCIÓN



1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el incremento en la demanda de tareas en visión próxima ha ocasionado la aparición de ciertos trastornos que han puesto de manifiesto las dificultades para la realización de tareas concretas. Algunos de estos trastornos pueden ser compensado mediante tratamientos utilizados habitualmente en optometría, sin embargo existen otras condiciones que no pueden ser aliviadas con los métodos habituales.

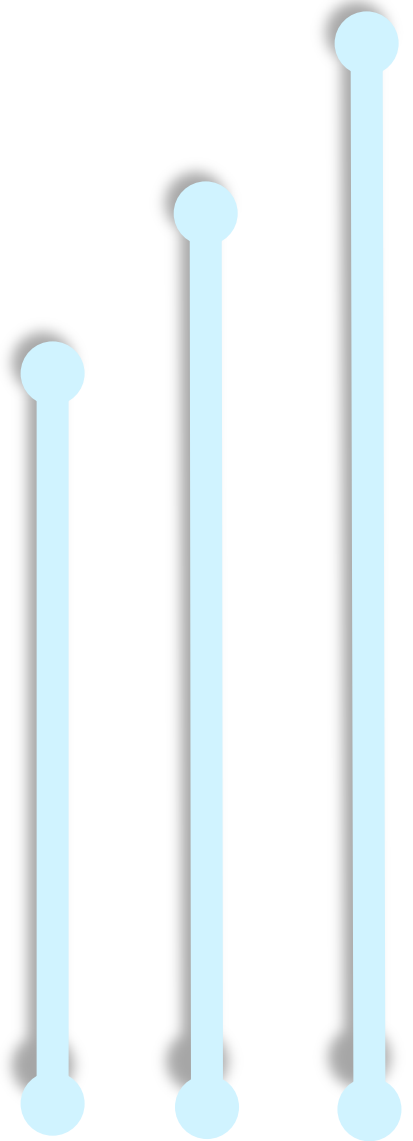
Se ha observado que algunos individuos pueden experimentar una serie de síntomas físicos y distorsiones perceptuales durante la realización de actividades en visión próxima, especialmente al visualizar un texto o durante la lectura. Esta experiencia también se manifiesta cuando los sujetos se exponen a ciertos estímulos visuales que poseen características especiales. Estas personas presentan buena agudeza visual y no padecen patologías oculares, sin embargo esto no garantiza que el estado del sistema visual se idóneo. A esta experiencia o condición se la denomina actualmente como estrés visual o incomodidad visual (Wilkins, 1995; Conlon et al. 1999).

El estrés o incomodidad visual se ha asociado con ciertas patologías como la epilepsia fotosensible (Wilkins *et al.* 1984) o la migraña (Marcus y Soso, 1989). Se ha relacionado también con algunas dificultades específicas del aprendizaje como la dificultad en la lectura (Evans *et al.* 1999).

La lectura es una de las tareas más importantes para el aprendizaje que puede verse afectada por algún trastorno que comprometan el desarrollo intelectual del individuo. El estrés visual puede afectar al desarrollo de las habilidades lectoras ocasionando una reducción en la fluidez lectora, dificultad en el reconocimiento rápido de las palabras e incluso provocando un deterioro en la comprensión, haciendo de la lectura una actividad incómoda y que cualquier persona susceptible de padecer la condición tiende a rehuir.

Estos hechos pone de manifiesto la necesidad de encontrar métodos que permitan detectar y evaluar a aquellos pacientes que presentan los síntomas característicos. Además es importante encontrar las causas o etiologías que generan el estrés visual, ya sea debido a una disfunción acomodativa y binocular o a un anomalía neuronal ocasionada por el patrón de franjas. Esto ayudará en futuros estudios a encontrar una prueba de detección eficaz y un tratamiento que permita aliviar los síntomas.

MARCO TEÓRICO



2 MARCO TEÓRICO

2.1 ESTRÉS VISUAL

2.1.1 CARACTERÍSTICAS

El estrés visual se describe como la experiencia subjetiva en la cual existe una incapacidad o dificultad para ver de forma confortable al realizar tareas en visión próxima, especialmente durante la lectura, y que va acompañada de distorsiones perceptuales y síntomas desagradables. Se ha sugerido que esta condición se ve exacerbada por ciertas características del estímulo visual (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995). Algunos de los estímulos visuales que también pueden provocar estrés visual son: luces brillantes o intermitentes y/o los patrones de franjas repetitivos (Wilkins et al., 1984).

Esta condición fue primeramente descrita por Olive Meares (1980) y Helen Irlen (1983) que, de forma independiente, informaron que algunos individuos experimentaban estrés visual durante la lectura. Ambas observaron un conjunto de síntomas característicos: fotofobia, fatiga ocular, dificultades con la percepción de la profundidad y percepciones anómalas al visualizar un texto (Irlen, 1983).

En la actualidad, existen personas que experimentan molestias visuales que pueden llegar a provocar una dificultad en la realización de las actividades visuales. Estas molestias visuales, sobre todo en visión próxima, se caracterizan por presentar una serie de síntomas, entre los cuales se pueden encontrar las distorsiones en la percepción visual (ilusiones en la forma, movimiento y color; parpadeo; desaparición del patrón; visión borrosa; diplopía; formas ocultas) y la astenopía (dolor ocular; fatiga visual; dolor de cabeza; fotofobia) (tabla 1) (Evans, 2001). Este cuadro de síntomas somáticos y visuo-perceptuales se ha denominado de diversas formas: síndrome de sensibilidad escotópica (Irlen, 1991), incomodidad visual o disconfort visual (Conlon, 1999), astenopía (Sheedy et al., 2003), fatiga visual (Watten, 1994) y estrés visual (Wilkins, 1995).

Irlen inicialmente sugirió que la prevalencia en la población general se encuentra entre 12-14% y en el 46% de las personas con dislexia, sin embargo no se proporcionaron informes que demostraran dicha afirmación (Irlen, 1997). Se estima que la prevalencia de estrés visual se encuentra alrededor de un 15-20% de la población (Jeanes et al., 1997). Otros estudios han sugerido que la tasa de prevalencia se encontraría en un rango de 20 a 34 % de la población general (tabla 2) (Wilkins et al. 1996; Wilkins et al. 2001; Evans y Joseph, 2001; Kriss y Evans, 2005).

La intensidad de los síntomas dependerá de los parámetros del estímulo y de la susceptibilidad individual (Wilkins y Nimmo-Smith, 1984). Con frecuencia, la observación de una ilusión va acompañada de otro tipo de ilusiones. Los observadores que indican ilusiones de color normalmente van acompañadas de ilusiones de forma y movimiento, además la visualización de colores tiende a tener una estructura espacial propia, que a menudo se asemeja a un enrejado romboidal (Wilkins, 1995).

<ul style="list-style-type: none"> • Incomodidad visual durante la visualización de textos: <ul style="list-style-type: none"> - Fatiga visual - Dolor ocular - Ojos cansados - Se frotan los ojos - Parpadeo en exceso
<ul style="list-style-type: none"> • Fatiga visual durante la visualización de textos, de modo que la persona se resiste a leer durante largos periodos de tiempo.
<ul style="list-style-type: none"> • Distorsiones visuo-perceptivas en el texto (y/o patrón). Especialmente, letras o palabras puede parecer que: <ul style="list-style-type: none"> - Se mueven - Se enturbian - Se duplican - Aparecen colores o formas en la página
<ul style="list-style-type: none"> • Patrones de distracción de los espacios entre palabras y líneas.
<ul style="list-style-type: none"> • Fluidez lenta o disminuida en personas que leen durante largos periodos de tiempo.
<ul style="list-style-type: none"> • Dolores de cabeza asociados con la visualización de textos, patrones, luces parpadeantes, o trabajos bajo luces fluorescentes o en ordenadores.
<ul style="list-style-type: none"> • Páginas de texto que parecen demasiado brillantes.
<ul style="list-style-type: none"> • Mala concentración durante la lectura.

Tabla 1. Síntomas que pueden estar presentes en el síndrome Meares-Irlen/estrés visual. *Tabla extraída de (Evans, 2001).*

Los síntomas que están asociados con el texto tienden a ser peores durante la visualización de grandes bloques de texto, y por lo general se desarrollan o empeoran después de leer unas pocas líneas o párrafos (Evans, 2001). También se ha comprobado que dichas personas suelen ser hipersensibles a las luces fluorescentes y al parpadeo de los monitores de ordenador (Wilkins, 1995).

Estudio	Muestra	Proporción (%)
Wilkins et al. (1996)	77 niños, entre 8-11 años	20
Wilkins et al. (2001)	426 niños, entre 6-8 años	33
Evans y Joseph (2001)	113 estudiantes universitarios, entre 18-44 años	34
Kriss y Evans (2005)	64 niños, entre 7-14 años	25

Tabla 2. Muestra el porcentaje de prevalencia obtenido en los diferentes estudios. El porcentaje dado es la proporción de la muestra total utilizada en los estudios. *Tabla extraída de (Kriss y Evans, 2005).*

2.1.1.1 Teoría sobre el estrés visual

Parece ser que diversos estímulos pueden provocar estrés visual y se han propuesto varias teorías que pueden explicar las causas que generan la percepción de distorsiones visuales y la astenopía en individuos con buena agudeza visual y salud ocular. Una de las

hipótesis sugiere que el conjunto de síntomas que ocasionan molestias visuales son debidas a anomalías oculomotoras (Yekta et al., 1989; Borsting et al., 1999; Simmers et al., 2001; Borsting et al., 2007). Esta teoría será desarrollada en el apartado 2.1.4 de este trabajo.

Otra hipótesis propone que el estrés visual es causado por la excitación excesiva de las partes del cerebro que procesan la información visual (corteza visual). Las neuronas en la corteza visual son selectivas para la orientación de contornos en regiones determinadas. Estas regiones están organizadas en columnas que son capaces de responder al patrón de franjas con una preferencia de orientación y frecuencia espacial concretas, ocupando todas las orientaciones posibles en un área de alrededor de un milímetro (Hubel, 1988).

La selectividad en la orientación puede atribuirse a la conexión inhibitoria entre células con diferente orientación de sintonización (Vidyasagar y Mueller, 1994). Sin embargo, existe una gran dificultad para determinar la contribución de los mecanismos de excitación e inhibición para una orientación selectiva, sugiriendo que tanto la entrada excitadora como la inhibidora a una célula cortical están en sintonía con la misma orientación (Ferster, 1986). Al presentarse un patrón de franjas (frecuencia espacial intermedia) se produce una estimulación sensorial que induce una excitación cortical intensa, debido a una hipersensibilidad de las células estriadas de la corteza visual que responden a una determinada frecuencia espacial y orientación. Esto compromete el mecanismo de inhibición y da lugar a una propagación de la excitación en un área localizada del sistema visual. Dicha propagación ocasiona efectos visuales anómalos y desagradables (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995). Según Wilkins, esta teoría cobra fuerza al demostrarse que las ilusiones desencadenadas por el patrón, que se generan en la corteza, presentan un efecto mayor bajo condiciones binoculares que monoculares (Wilkins et al., 1984). Si se tiene en cuenta que la información procedente de cada ojo viaja de forma separada hasta llegar a la corteza visual, donde dicha información monocular se intercambia (Urtubia, 1996; Hubel y Wiesel, 1979), esta teoría propuesta por Wilkins et al. (1984) podría ser la etiología del estrés visual.

Livingston y Hubel observaron la existencia de dos vías visuales principales que envían información de la retina a la corteza visual: el sistema magnocelular y el sistema parvocelular. Dentro de cada sistema las células tienen diferentes características funcionales, siendo responsables por separado pero interconectadas mediante flujo de información. Las propiedades funcionales de las células en estas vías se diferencian en cuatro aspectos importantes: sensibilidad al color, resolución espacial (agudeza visual), velocidad de conducción (detección de movimiento) y sensibilidad al contraste (imagen 1) (Livingston y Hubel, 1987, 1988).

Las células de la vía magnocelular son más sensibles a estímulos de baja resolución espacial, responden rápido y de forma transitoria, sus campos receptores son sensibles a la dirección del movimiento y a estímulos de bajo contraste, ya que con alto contraste se saturan (Livingston y Hubel, 1987, 1988).

Se ha postulado que las características de sensibilidad del sistema magnocelular evocan las características de los estímulos responsables de los efectos visuales anómalos. Según (Wilkins, 1995) la baja resolución espacial de las células del sistema magnocelular podría estar relacionada con la frecuencia espacial en la que se producen las distorsiones o la alta resolución temporal vinculada a los efectos de parpadeo.

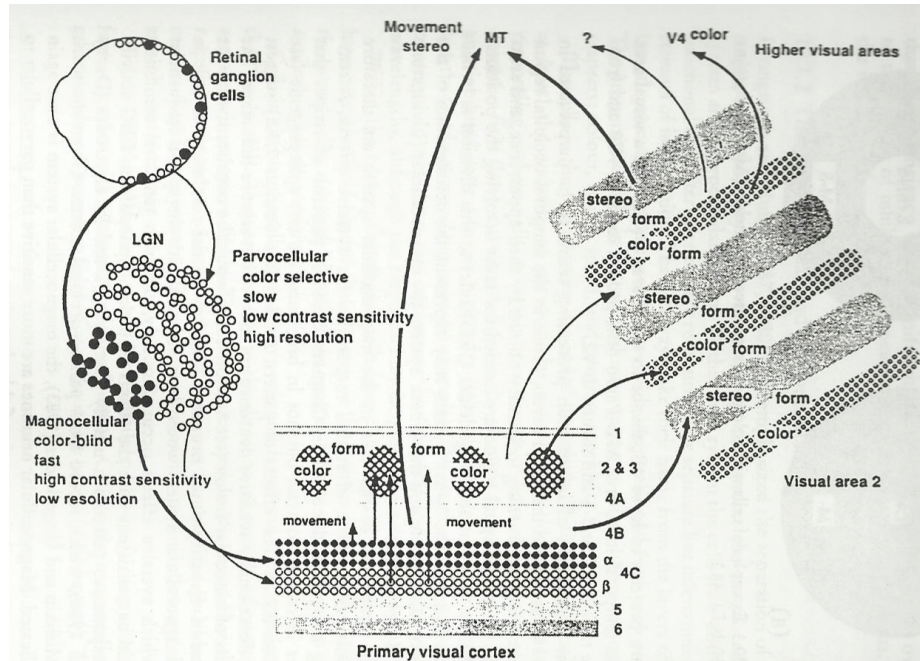


Imagen 1. Segregación funcional del sistema visual de los primates. Se muestra el núcleo geniculado lateral, la corteza visual primaria y la proyección a otras áreas. Se observan las vías magnocelular y parvocelular, junto con un resumen de sus funciones. *Imagen extraída de* (Wilkins, 1995).

Con esta proposición se plantea que el estrés visual se produce por anomalías en el sistema magnocelular, debido a que es sensible a estímulos de baja resolución espacial, con altas frecuencias temporales y responsable de la detección del movimiento (Stein, 2001; Stein y Walsh, 1997). Según otros autores puede realizar una labor importante durante la lectura (Edwards, Hogben, Clark y Pratt, 1996) en la que involucra a los movimientos sacádicos, que facilitan la percepción clara del texto en las sucesivas fijaciones visuales (Breitmeyer y Ganz, 1976).

2.1.2 LECTURA

Se ha sugerido que las líneas impresas en un texto pueden ser comparadas con un patrón de franjas que induce los efectos visuales desagradables descritos en personas susceptibles de padecer estrés visual (Wilkins y Nimmo-Smith, 1987; Wilkins, 1995). Esta mayor sensibilidad de algunos individuos durante la visualización de un texto cursa con la sintomatología del síndrome del estrés visual descrito. Según algunos estudios, un texto presenta ciertas características espaciales que pueden causar ilusiones de forma, movimiento y color, distorsiones en la impresión, pérdida de claridad, irritación visual, dolor ocular, dolor de cabeza y pérdidas de lugar en la lectura (Wilkins y Nimmo-Smith, 1987; Wilkins, 1995).

Evans y Joseph (2002) estudiaron una muestra de 113 estudiantes universitarios, de los cuales muchos indicaron distorsiones perceptuales durante la lectura. El 24% señaló borrosidad del texto, el 16% imagen doble del texto, 12% saltos durante la lectura, 6% modificación en el tamaño del texto, 3,5 % desvanecimiento o desaparición del texto. También se advirtió de otros síntomas como dolor o cansancio ocular durante la lectura

(13% moderado y 4% frecuente), 20% indicaron que se frotaban los ojos y el 35% releía u omitía palabras o líneas. De los 81 estudiantes que informaron de dolor de cabeza, el 44% de los casos estaban asociados a la lectura.

Wilkins y Nimmo-Smith (1987) realizaron un estudio para determinar las características que tenía que presentar un texto para producir estrés visual. El tamaño angular del texto se determinó por el tamaño de la página sin márgenes y la distancia a la que se leía el texto. La distancia de lectura y el espacio entre una línea y la siguiente se utilizó para definir la frecuencia espacial del texto (ciclos del patrón por cada grado de ángulo que subtiende al ojo). El grosor de la línea se determinó por la altura del cuerpo central de las letras (altura X), que al combinarse con el espacio entre líneas proporcionaba el ciclo de trabajo (imagen 2). El contraste se determinó utilizando métodos fotométricos. A todos los voluntarios se les pedía que colocaran dos textos (un texto más claro y otro menos claro), a una distancia confortable de lectura y se medía la distancia de los ojos a la página. Se observó que los textos menos claros presentaban líneas más juntas, que eran colocados a distancias más próximas para reducir la frecuencia espacial y evitar efectos anómalos visuales.

Los textos que producían mayor aversión presentaban el espaciado entre palabras y entre líneas más reducido, mientras que existía un espacio mayor en textos más claros (figura 1) (Wilkins y Nimmo-Smith, 1987).

El estrés visual puede interferir en el desarrollo de las habilidades lectoras, disminuyendo la fluidez en la lectura, dificultando el reconocimiento rápido de las palabras y como consecuencia provocando un deterioro en la comprensión. Esto conlleva a que la lectura se convierta en una actividad desagradable que, tanto niños como adultos, tienden a evitar. Además se han descrito dificultades en la copia de textos (Hannell et al., 1989), pobre concentración, pérdidas frecuentes de lugar en un texto, menor capacidad de rendimiento e incluso encontrar la lectura como una tarea desagradable y frustrante (Irlen, 1991). Algunos autores alertan que la presencia de estrés visual en lectores malos y disléxicos puede ocurrir con frecuencia, y que incluso los llamados lectores normales también pueden estar afectados (Kriss y Evans, 2005; Stein y Walsh, 1997).

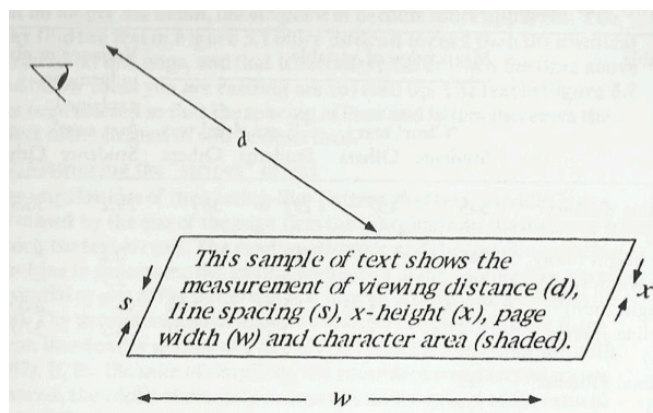


Imagen 2. Muestra las medidas realizadas para determinar las características del texto: altura del cuerpo central de la letra (x), distancia de lectura (d), anchura de la línea (w) y espacio entre una línea a la siguiente (s). Determinando el tamaño angular se determina por: $2\arctg(w/2d)$, (a) frecuencia espacial por $\arctg(s/d)$ y el ciclo de trabajo por $(s-x)/s \cdot 100$. Imagen extraída de (Wilkins, 1995).

La sensibilidad a las líneas de texto, que hipotéticamente se asemejan a un patrón de franjas, está relacionada con el grado de sensibilidad individual y las demandas cognitivas de las tareas de procesamiento visual (Conlon et al., 1999). Un grupo de individuos con alta incomodidad visual demostró ser menos eficaz en las tareas de atención visual espacial, con independencia de las características del fondo en el que se presentaba el estímulo visual (Conlon y Humphreys, 2001). Esto puede indicar que, en individuos con dicha sensibilidad, un procesamiento visual menos eficaz, no es, probablemente, sólo el resultado de un mayor nivel de interferencia con las líneas de un texto (Conlon y Humphreys, 2001). Esto sugiere que las dificultades de procesamiento visual relacionados con dicha experiencia pueden extenderse más allá de los primeros niveles corticales (Conlon y Humphreys, 2001).

La dificultad cognitiva puede ser debida a un mayor esfuerzo en el procesamiento cognitivo requerido para procesar la información visual básica (Oakhill y Garnham, 1988), por ejemplo con una reducción en la comprensión de un texto que presenta mayor dificultad (Dickinson y Rabbitt, 1991). La alta incomodidad visual que se advierte en individuos con una mayor dificultad somática y perceptual se explica por un rendimiento lector reducido y disminución en la eficacia de la copia de un texto. Esta última requiere de una mayor atención visual que la propia lectura (Conlon et al. 1999).

Un estudio encontró que los niños, especialmente los que manifiestan estrés visual, cometen más errores en la lectura con textos cuya letra es de tamaño pequeño, sugiriendo que puede existir un beneficio en el desarrollo de la lectura al incrementar el tamaño de la letra y espaciado, respecto a los que se utilizan actualmente y se considera les corresponde por edad (Hughes y Wilkins, 2000).

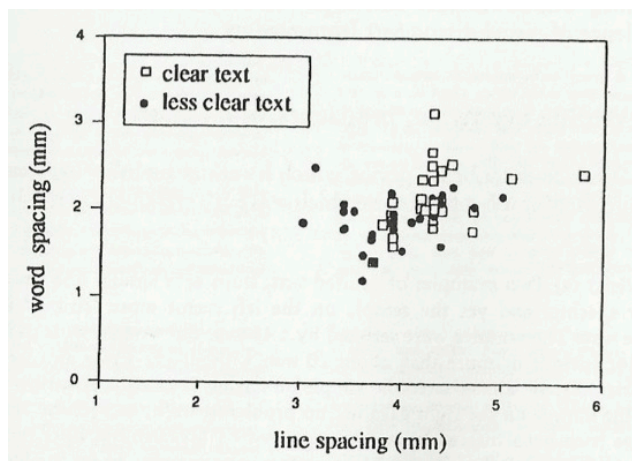


Figura 1. Espacio entre líneas y palabra para las muestras de textos seleccionados por estudiantes como texto claro (punto abierto) y texto menos claro (punto relleno). *Figura extraída de* (Wilkins, 1995).

Los textos que presentan las características mencionadas pueden causar incomodidad visual, ocasionando una disminución del interés por la lectura y subestimación del rendimiento lector de los niños (Wilkins et al., 2004). También se ha propuesto el uso del tiposcopio como instrumento para mejorar la claridad del texto en aquellas personas que refieren un mayor número de ilusiones en un texto (Wilkins, 1995; Wilkins y Nimmo-Smith, 1984).

2.1.3 PATTERN GLARE O PATRÓN DE DESLUMBRAMIENTO

Purkinje (1823) identificó, probablemente, las primeras ilusiones visuales producidas por patrones de franjas (Wilkins, 1995). Brewster (1832) recogía las observaciones de Purkinje: *“La observación continúa de líneas negras paralelas pintadas en un papel blanco pronto perderán su rectitud y paralelismo, experimentando una gran molestia ocular y provocando que el espacio blanco entre líneas se coloree, generando un efecto de deslumbramiento”*.

Para que un patrón de franjas produzca anomalías perceptivas y manifestaciones físicas, generalmente presenta un conjunto de propiedades. Las investigaciones de Wilkins para determinar los parámetros del patrón que con mayor probabilidad generan estrés visual, revelan las siguientes características: patrón de franjas (unidimensional y perfil de onda cuadrada), cuyas franjas subtienden 10 minutos de arco al ojo, frecuencia espacial de aproximadamente 3 ciclos/grado, con igual anchura y espaciado (ciclo de trabajo de aproximadamente el 50%) y franjas son alternativamente claras y oscuras con un contraste de Michelson de 0,8 (imagen 3) (Wilkins, 1995; Wilkins et al. 2005). Para que el patrón de franjas ponga de manifiesto los síntomas debe ser visualizado binocularmente (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995).

Los individuos con estrés visual se caracterizan por una alta sensibilidad ante ciertos estímulos, como luces que parpadean y patrones de franjas, que dan lugar a los síntomas característicos (Wilkins et al, 1984). Al conjunto de síntomas molestos y distorsiones en la percepción que se producen al visualizar un patrón de franjas se le ha dado el nombre concreto de *Pattern Glare* (Patrón de deslumbramiento) (Wilkins y Nimm-Smith, 1984; Evans y Drasdo, 1991).



Imagen 3. Patrón de franjas con un perfil de onda cuadrada (ciclo de trabajo del 50%), con un contraste de Michelson superior a 0,8. Al ser visualizado binocularmente a una distancia de 40 cm la frecuencia espacial es de 3 ciclos/grado y cada franja subtiende 14 min de arco aproximadamente. *Imagen extraída de* (Wilkins, 1995).

Algunas personas suelen experimentar más ilusiones a la izquierda o la derecha del centro del patrón, predominando más en uno de los dos campos visuales, lo que hace pensar que los hemisferios cerebrales pueden ser diferentes en susceptibilidad, al menos en algunos sujetos (Wilkins, 1995).

En 1977 Wade sugirió que las anomalías perceptuales al visualizar un patrón de franjas podrían estar originadas por mecanismos oculares. Propuso que el brillo podría estar causado por pequeños movimientos involuntarios sobre los contornos durante la fijación, las desapariciones podrían ser originadas por una rivalidad binocular y otras distorsiones podrían ser producidas por el cambio en el poder focal del cristalino (Wade, 1977).

Estos mecanismos oculares podrían explicar ciertas ilusiones percibidas, pero existen algunos efectos que no pueden ser atribuidos a dichos mecanismos. Entre ellos se han referido entramados ocultos con forma romboidal de color en el fondo del patrón de franjas y puntos diminutos que se trasladan en una dirección ortogonal a las líneas del patrón (Wilkins, 1995). Se argumenta que dichas ilusiones pueden estar causadas por la conexión inhibitoria a nivel de la corteza visual estriada, al producir una respuesta falsa que es percibida como un objeto o figura superpuesta en el patrón (Georgeson, 1976, 1980).

2.1.4 HABILIDADES VISUALES. ACOMODACIÓN Y BINOCULARIDAD

Diversos estudios han sugerido que la sintomatología manifestada en los sujetos con estrés visual puede estar asociada o tener su origen en disfunciones binoculares y acomodativas (Borsting et al., 1999; Simmers et al., 2001; Borsting et al., 2007). En este sentido, según algunos autores, se ha encontrado una mayor cantidad de individuos con insuficiencia de convergencia (Borsting et al., 2003), insuficiencia de acomodación (Simmers et al., 2001; Ciuffreda et al., 1997; Chase et al., 2009) e incluso una reducción en la estéreo-agudeza (Evans et al., 1995), en cuyos casos la terapia optométrica convencional sería exitosa en la eliminación de los síntomas (Blaskey et al., 1990).

Se ha encontrado que los sujetos con diagnóstico de estrés visual presentaban anomalías visuales importantes e identificables tras haberles realizado un examen optométrico (Scheiman et al. 1990; López et al. 1994). Scheiman et al. (1990) identificaron que un 95% de individuos presentaban disfunciones de la visión binocular, de los cuales un 90% eran problemas importantes que no habían sido tratados. Esto puede ser debido a la similitud entre los síntomas presentados en la incomodidad visual y los trastornos binoculares (Scheiman et al., 1990).

En sujetos con estrés visual se ha hallado una reducción en la amplitud de acomodación y vergencia, e incluso una estéreoagudeza por debajo de lo normal (Evans et al. 1996; Scott et al., 2002). Varios estudios han investigado la capacidad de acomodación en individuos con incomodidad visual (Ciuffreda et al., 1997; Simmers et al., 2001; Chase et al., 2009). Scott et al. (2002) indicó que los individuos presentaban la amplitud de acomodación ligeramente inferior y menores reservas de fusión, sin embargo apunta que la diferencia media en la amplitud de acomodación es poco significativa clínicamente para explicar los síntomas de incomodidad visual.

Los resultados que se obtienen con los métodos clínicos utilizados habitualmente parece ser que sobrestiman la amplitud de acomodación al ser comparados con los resultados de los métodos objetivos (Win-Hall et al., 2007), con lo que medir la amplitud de acomodación mediante los procedimientos utilizados habitualmente puede no ser sensible

a problemas acomodativos para esta condición (Chase et al., 2009). La investigación realizada por Ciuffreda et al. (1997) registró la respuesta acomodativa mediante un procedimiento objetivo en pacientes diagnosticados de estrés visual, observándose una pequeña pero significativa diferencia en el incremento de la variabilidad acomodativa. Simmers et al. (2001) examinaron la respuesta acomodativa en adultos que habían sido diagnosticados de estrés visual, y encontraron que la función estímulo-respuesta era normal. Sin embargo, los sujetos presentaron un incremento en las microfluctuaciones acomodativas, con un mayor grado de inestabilidad acomodativa, sugiriendo que podía ser un indicador de incomodidad visual.

Chase et al. (2009) también realizó mediciones de la respuesta acomodativa de manera objetiva determinando una fuerte y positiva correlación entre la insuficiencia de acomodación y los síntomas de incomodidad visual bajo condiciones de trabajo en visión próxima. En un estudio similar, no se encontraron diferencias entre el grupo de alta y baja incomodidad visual en el retraso y la variabilidad de la respuesta acomodativa, al ser presentado un estímulo durante periodos cortos de tiempo (Tosha et al., 2009). Sin embargo, el grupo con alta incomodidad visual mostró un incremento importante en el retraso acomodativo al aumentar el tiempo de visualización del estímulo cercano, siendo estable en el grupo de baja incomodidad visual (figura 2) (Tosha et al., 2009). Esto sugiere que la causa de incomodidad visual puede atribuirse a un aumento en el retraso acomodativo, inducido por la exposición continuada a los estímulos en visión próxima, proponiendo que dicha exposición debe ser durante 90 segundos o más para poder detectar las diferencias en la acomodación (Tosha et al., 2009).

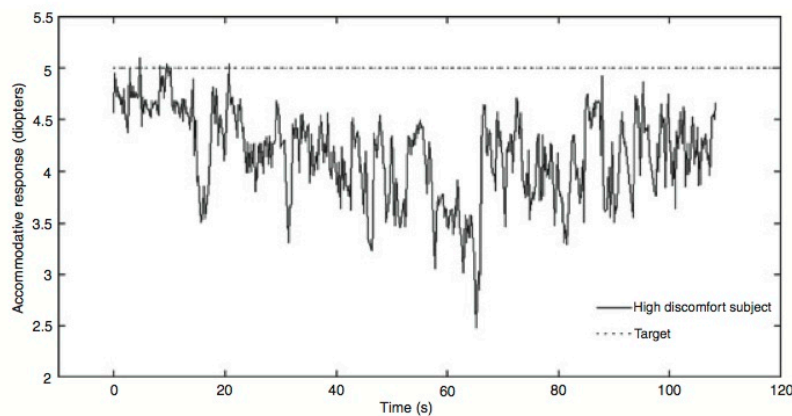


Figura 2. Registro de la respuesta acomodativa para un sujeto con alta incomodidad visual que demuestra fatiga en la acomodación. *Figura extraída de* (Tosha et al., 2009).

Por el contrario, las investigaciones sobre la influencia de la frecuencia espacial sobre la acomodación, utilizando estímulos sinusoidales de contrastes altos y frecuencias entre 0,5-16 ciclos/grado, determinaron que las microfluctuaciones eran mayores en frecuencias espaciales altas y bajas del estímulo, siendo mayores en las frecuencias extremas (0,5 y 16 ciclos/grado) (Toshida et al., 1998; Day et al., 2009a). Las microfluctuaciones eran menores en las frecuencias intermedias, entre 2 y 4 ciclos/grado (Day et al., 2009a). Este hallazgo podría rechazar la teoría de que el estrés visual tenga su origen en el incremento de las microfluctuaciones acomodativas.

En cuanto a la hipótesis de las anomalías en la visión binocular, algunos estudios han encontrado una mayor frecuencia de síntomas de incomodidad visual entre las personas

con insuficiencia de convergencia (Borsting et al., 2003). En un estudio anterior se había sugerido que los problemas en la visión binocular, especialmente la disparidad de fijación y la foria asociada pueden provocar la incomodidad visual (Yekta et al., 1989).

No obstante, algunos autores sugieren que la visión binocular y las anomalías acomodativas no suelen ser las causas de los síntomas en la incomodidad visual (Evans et al., 1995, 1996, 1999; Scott et al., 2002), estando relacionados, pero no siendo la causa subyacente de la condición (Evans et al., 1996).

2.1.5 EPILEPSIA Y MIGRAÑA

2.1.5.1 Epilepsia fotosensible

Wilkins et al. (1980) midieron la fuerza de la actividad paroxística (cambio brusco o violento de la actividad bioeléctrica cerebral), en la corteza visual en sujetos con epilepsia mientras se les presentaba una serie de patrones espaciales durante períodos cortos de tiempo. La descarga paroxística se activa cuando la excitación fisiológica normal en la corteza visual supera un nivel crítico. Dichos autores observaron que el grado de actividad dependía de las variables examinadas como: la frecuencias espacial del patrón, el ciclo de trabajo, el área del patrón y el modo de visualización (Wilkins, 1995). Estos resultados fueron utilizados más tarde para determinar si los parámetros del patrón podían inducir efectos secundarios en la población general sin epilepsia y, efectivamente, se obtuvieron un gran número de efectos visuales (Wilkins et al., 1984).

Alrededor del 4% de los pacientes con epilepsia sufren ataques convulsivos causados por una estimulación visual, y en muchos de estos pacientes el ataque solo ocurre mediante un estímulo visual (Wilkins, 1995). También se ha indicado que la incidencia global de convulsiones fotosensibles en niños y adultos jóvenes se estima en 1 de cada 4000 y que la fotosensibilidad es mayor en la población joven y en el sexo femenino (Fisher et al., 2005).

Las personas con epilepsia fotosensible pueden sufrir ataques inducidos por luces parpadeantes y patrones de franjas. Al exponerse a dichos estímulos se incita la actividad epileptiforme (respuesta fotoconvulsiva) del electroencefalógrafo (EEG) (Wilkins, 1995). Una serie de experimentos realizados por Wilkins et al. (1984) determinaron cuales eran los parámetros que con mayor probabilidad inducían ataques epilépticos e ilusiones visuo-perceptuales (figura 3), demostrando que las propiedades espaciales de los patrones que provocan efectos en la percepción visual son similares a las que inducen anomalías epileptiformes del EEG en personas con epilepsia fotosensible (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995).

En cuanto a las características del estímulo luminoso capaces de inducir ataques se ha encontrado que la intensidad debe estar en el rango entre 0,2 a 1,5 millones de candelas y que la frecuencia de parpadeo más provocativa está entre 15-25 Hz, aunque también se ha observado sensibilidad en ciertos individuos con frecuencias comprendidas entre 3-65 Hz (Fisher et al., 2005).

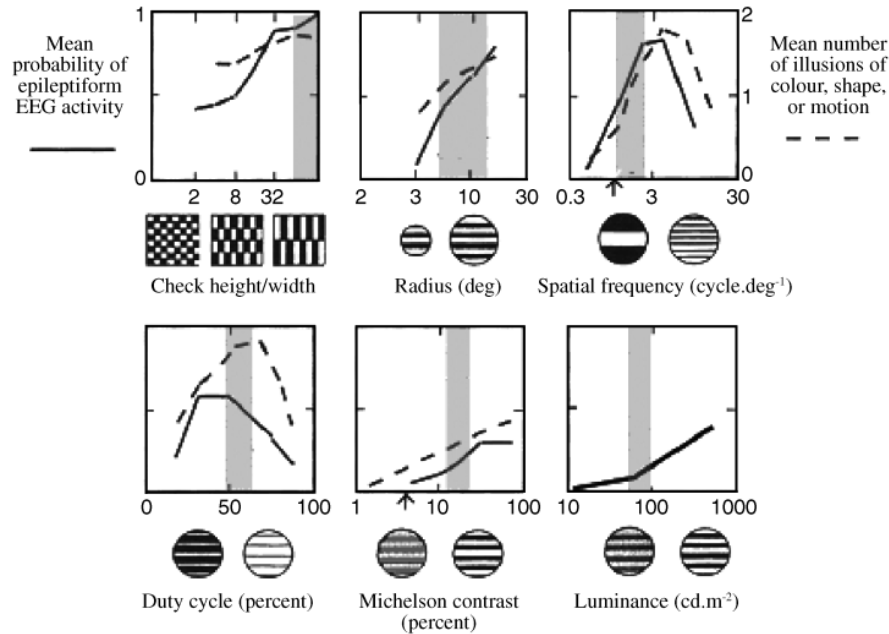


Figura 3. Características de los patrones de franjas que inducen anomalías epileptiformes en sujetos con epilepsia fotosensible y distorsiones perceptuales en sujetos normales. Las líneas continuas representan la probabilidad de actividad epileptiforme en individuos epilépticos y la línea discontinua el número de ilusiones de color, forma y movimiento. El eje X muestra el valor en el que cambia el patrón y el eje Y muestra la probabilidad de actividad epileptiforme (0-1) y la media del número de ilusiones (0-2). Las zonas sombreadas indican los valores del patrón en el eje X con los cuales se puede crear un texto que simule un patrón de franjas. *Figura extraída de* (Wilkins et al., 2004).

Según los estudios realizados por Wilkins et al. (1984) la relación entre las ilusiones y la epilepsia no sólo se reduce a las características del patrón, sino que se extiende al estado psicológico o físico del observador. Las ilusiones y ataques se incrementan en presencia de fatiga, excitación, después de la privación del sueño e incluso se observan binocularmente, más que monocularmente (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995).

2.1.5.2 Migrañas

Marcus y Soso (1989) definen la migraña por un conjunto de cuatro características necesarias:

1. Historial de dolores de cabeza recurrentes.
2. Duración entre 2-72 horas.
3. De inicio antes de los 40 años.
4. Lo suficiente grave como para interrumpir la rutina.

Así mismo, un grupo de otras características como son: náuseas, unilateralidad, fotofobia, etc., también contribuyen. Además, según la clasificación internacional de los trastornos de dolor de cabeza, se puede clasificar en migrañas con aura y sin aura (Olesen y Steiner, 2004).

Un estímulo visual puede desencadenar el dolor de cabeza en la migraña por un mecanismo neurovascular, debido al cual el mecanismo que suministra la sangre necesaria para la demanda metabólica puede no funcionar como debería y estar comprometido por una excitación masiva producida por una señal sensorial fuerte (Wilkins, 1995).

Wilkins et al. (1984) obtuvieron informes de individuos con alta susceptibilidad a dolor de cabeza y sintomatología relacionada con migrañas. Las personas susceptibles de observar ilusiones al visualizar el patrón de franjas tienden a sufrir dolor de cabeza más frecuentemente que aquellos que no las observan (Wilkins, 1995), e incluso los sujetos que presentan migrañas son más propensos a informar de mayor incomodidad visual (Wilkins et al., 1984). Se encontró que el 82% de los sujetos con migrañas presentaban incomodidad visual al presentárseles el patrón (Marcus y Soso, 1989). En estudios más recientes se encontró una fuerte correlación entre las migrañas y el *Pattern Glare Test* (ver apartado 2.2.3) (Harle y Evans, 2004). Huang et al. (2003) utilizaron la resonancia magnética funcional en los pacientes que presentaban migrañas con aura y encontraron que el patrón de franjas inducía una respuesta hiperneuronal en la corteza visual. Esta relación aparece cuando la frecuencia espacial del patrón presentado se encuentra dentro de los rangos epilépticos, siendo los sujetos más susceptibles a las ilusiones visuales en los días que iban a padecer dolor de cabeza e incluso hasta 24 horas antes de sufrirlo (Wilkins, 1995). Los pacientes que experimentan dolor de cabeza unilateral, tienden a observar mayor cantidad de distorsiones en un hemicampo visual (Wilkins et al., 1984).

El aura consiste en síntomas neurológicos reversibles, tales como luces parpadeantes, líneas en zig-zag o irregulares, pérdida parcial de visión, entumecimiento, debilidad unilateral u hormigueo en el cuerpo, dificultades en el habla o en la búsqueda de palabras y generalmente comienzan entre 5 a 30 minutos antes del inicio de la migraña, desvaneciéndose cuando el dolor de cabeza comienza (Wilkins, 1995). Queiroz et al. (1997) mostraron que las auras visuales acompañan el primer dolor de cabeza en un 39% de los pacientes, pero sólo el 19% tenían auras visuales con cada ataque. El período entre el inicio del aura visual y el dolor de cabeza era inferior a 30 minutos en el 75% de los casos. Los niños que sufren de migrañas precedidas de aura tienen aproximadamente 3,7 veces más riesgo de desarrollar epilepsia (Ludvigsson et al., 2006).

Un estudio utilizó dos grupos de sujetos con migraña (con y sin aura) y un grupo control. Se encontró que ambos grupos de migrañas requerían más intensidad en una mancha de luz para detectarla, en presencia de un patrón de franjas o un fondo parpadeante, que el grupo control (Coleston et al., 1994). Con los mismos grupos se realizó otra investigación, detectándose que el grupo de migrañas con aura presentaba un umbral de contraste significativamente más alto para la detección de estímulos que los otros dos grupos. Esto sugiere que la interferencia del fondo disminuye la eficacia del rendimiento en los casos de migrañas con aura (Chronicle et al., 1995).

Wray et al. (1995) encontraron una mejora en el procesamiento de búsqueda visual en el grupo de migraña con aura. Pero otros estudios no han encontrado diferencias entre migrañas con y sin aura (Conlon y Hine, 2000).

2.2 MEDIDA DEL ESTRÉS VISUAL

Los diversos estudios que han tratado de identificar a los sujetos que presentan incomodidad visual han utilizado diferentes métodos de medida. En unos casos a través de cuestionarios o entrevistas, pidiendo a la persona que indique los síntomas y trastornos que padece o describiendo las distorsiones al visualizar un patrón, y en otros, mediante la realización de pruebas que midan la capacidad del individuo ante ciertas tareas. En este apartado se presentarán las distintas pruebas que se utilizan actualmente, algunas de las cuales se emplearán en este trabajo.

2.2.1 CUESTIONARIO DE INCOMODIDAD VISUAL

En las tres últimas décadas se ha mostrado un creciente interés en desarrollar cuestionarios que permitan describir y clasificar los síntomas visuales de las personas ante una determinada condición, una determinada edad o ante una determinada funcionalidad o capacidad. La dificultad estriba en conseguir un cuestionario estandarizado y que sea altamente aceptado en la comunidad científica. De entre las múltiples propuestas que se pueden encontrar en la literatura destacamos el de Conlon (Conlon et al. 1999) y el del grupo de investigación en insuficiencia de convergencia (CITT) que está trabajando al respecto desde el año 2003 (Borsting et al., 2003).

En los estudios publicados sobre estrés visual, incomodidad visual y astenopía en los últimos 10 años se han utilizado preferentemente estos dos cuestionarios. Conlon et al. (1999) desarrollaron una encuesta con el propósito de predecir las dificultades físicas, perceptuales y de rendimiento durante la lectura. Este cuestionario ha sido utilizado en numerosos estudios (Borsting et al., 2007; Borsting et al., 2008; Tosha et al., 2009; Chase et al., 2009).

Borsting et al. (2007) evaluaron a 571 estudiantes universitarios y llegaron a la conclusión que el cuestionario de Conlon es un instrumento de medida apropiado para la incomodidad visual. Se encontró que el 17% (96 sujeto) de la totalidad de los estudiantes encuestados pertenecían al grupo de moderada a alta incomodidad visual (Borsting et al., 2007), además se encontró que las mujeres constituyeron el 66% del grupo de alta incomodidad visual debido a que eran más propensas a responder con mayor gravedad en las preguntas del cuestionario. Este resultado fue corroborado en otro estudio (Tosha et al., 2009).

Borsting et al. (2008) realizaron otro estudio con el objetivo de determinar la variación en las medidas de incomodidad visual en estudiantes universitarios en un periodo de 1 año, concluyendo que los resultados fueron estables en la mayoría de los estudiantes durante ese periodo de tiempo.

El cuestionario (ver anexo 2) (Conlon et al., 1999) está compuesto por 23 preguntas, que deben ser contestadas mediante una escala de 4 puntos: 0 = si nunca ocurre el evento, 1 = ocasionalmente (un par de veces al año), 2 = a menudo (cada pocas semanas) y 3 = casi siempre. Conlon et al. (1999) utilizaron porcentajes para definir los grupos: grupo de baja incomodidad visual puntúa entre 0-24 (puntuación <35%), grupo de moderada incomodidad visual puntúa entre 25-48 (puntuación entre 35-69,5%) y grupo de alta incomodidad visual puntúa entre 49-69 (puntuación 70% o mayor). Las personas con puntuaciones más altas señalan mayores dificultades físicas y perceptuales en las tareas de observación de patrones, copia de texto y lectura, que los que presentan puntuaciones

más bajas (Conlon et al., 1999). El cuestionario que se utilizó se encuentra en el anexo 2 y está compuesto por las siguientes preguntas:

¿Sientes tus ojos llorosos, enrojecidos, doloridos, tensos, cansados, resecos, arenosos o te los frotas mucho al ver un patrón a rayas?
¿Sientes tus ojos llorosos, enrojecidos, doloridos, tensos, cansados, resecos o arenosos, después de haber estado leyendo un periódico o una revista con una impresión clara?
¿Sientes tus ojos llorosos, enrojecidos, doloridos, tensos, cansados, resecos o arenosos, al trabajar bajo luces fluorescentes?
¿Con qué frecuencia tienes dolor de cabeza cuando trabajas bajo luz fluorescente?
¿Has tenido alguna vez dolor de cabeza al leer un periódico o una revista con la impresión clara?
Cuando lee, ¿Alguna vez has tenido que volver a leer, sin querer, la misma palabra en una línea de texto?
¿Tienes que usar un lápiz o el dedo para no perderte al leer una página de texto en un libro o revista?
Cuando lees, ¿Alguna vez has tenido que volver a leer sin querer la misma línea?
Cuando lees, ¿Alguna vez tienes que esforzarte mucho para evitar que las palabras se emborronen o desenfocuen, en una página de texto claro?
Cuando lees, ¿Te ocurre que las palabras parecen desvanecerse en el fondo del texto y volver a aparecer, en una página de texto claro?
¿Las letras, en una página de texto claro, alguna vez están borrosas cuando estás leyendo?
¿Alguna vez, las letras en una página, parecen tener como una doble imagen cuando estás leyendo?
Cuando lees, ¿Las palabras en una página parecen moverse o flotar?
Cuando lees, ¿Alguna vez tiene dificultades para mantener las palabras enfocadas, en una página de texto claro?
Cuando estás leyendo una página que consiste en fondo negro con letras blancas, ¿alguna vez te da la sensación que el fondo adelanta a las letras, haciéndolas difíciles de leer?
Cuando estás leyendo una página con letras negras sobre fondo blanco, ¿alguna vez tienes que mover la página o parpadear continuamente para evitar el deslumbramiento que parece venir del fondo?
¿Alguna vez tienes dificultades para ver más de una o dos palabras enfocadas, en una línea?
¿Alguna vez tienes dificultades para leer las palabras en una página debido a que parecen destellar o parpadear?

Al leer con luz fluorescente o luz solar, ¿el brillo de las páginas de papel blanco satinado causa que muevas continuamente la página para que puedas ver claras las palabras?
¿Tienes que mover los ojos por la página, parpadear continuamente o frotarte los ojos para conseguir que el texto sea fácil de ver cuando estás leyendo?
¿Alguna vez te parece que el fondo blanco detrás del texto se mueve, parpadea o brilla haciendo las letras difíciles de leer?
Cuando lees, ¿te parece que las palabras o las letras en las palabras se separan?
Como resultado de cualquiera de las dificultades mencionadas, ¿encuentras la lectura una tarea lenta?

Tabla 3. Preguntas del cuestionario de incomodidad visual (Conlon et al., 1999).

Sheedy et al. (2003) propusieron que los síntomas de la astenopía podían estar relacionados con los factores causales, sugiriendo que si los síntomas se podían diferenciar, la ubicación anatómica y/o los mecanismos fisiológicos de la astenopia también se podían diferenciar y esto ligado a la etiología. De manera que indicaron dos factores de síntomas diferentes: factor de síntomas externos (irritación, ardor, lagrimeo, sequedad) causado por mantener el parpado abierto mucho tiempo, por los deslumbramientos y por utilizar un tipo de letra pequeña; y el factor de síntomas internos (dolor, tensión, dolor de cabeza) causado por una distancia en visión próxima pequeña, por astigmatismos mixtos y por problemas relacionados con el estrés en la visión binocular y/o acomodación.

Este hecho fue recogido por Borsting et al. (2007) con el propósito de analizar el tipo y la frecuencia de los síntomas en aquellos sujetos que presentan moderada y alta incomodidad visual para determinar si dicha condición está compuesta por diferentes subtipos, utilizando como instrumento de medida el cuestionario Conlon (Conlon, et al. 1999). Tras el análisis factorial, los resultados mostraron la presencia de tres factores asociados con síntomas específicos:

- Factor 1: Asociado a movimiento del texto y/o desvanecimiento (preguntas 15, 16, 17, 18, 20, 21 y 22).
- Factor 2: Asociado a dolor de cabeza y/o irritación ocular (preguntas 1, 2, 3, 4 y 5).
- Factor 3: Asociado a borrosidad y/o diplopía (preguntas 9, 10, 11, 12, 13 y 14).
- Las preguntas asociadas a re-lectura (6, 7 y 8), deslumbramiento (19) y lectura lenta (23) no presentaron una asociación importante con ninguno de los tres factores.

El análisis de esta clasificación dentro del grupo de moderada y alta incomodidad visual mostró que el 43.8% de los sujetos indicaba movimiento de texto y/o desvanecimiento, el 40.7% dolor de cabeza y/o irritación ocular y el 46.9% borrosidad y/o diplopía (Borsting et al., 2007). Estos resultados sugieren que pueden existir diferentes fuentes que causan la incomodidad visual (disfunciones de la visión binocular e hipersensibilidad de las células corticales) y por lo tanto diferentes subtipos de incomodidad visual (Borsting et al., 2007).

El cuestionario de síntomas sobre la insuficiencia de convergencia (CISS) fue desarrollado con el propósito de evaluar los síntomas, presencia y frecuencia, de aquellos sujetos con insuficiencia de convergencia (Borsting et al., 2003). En la última década ha sido utilizado en diversos estudios para valorar los efectos de los tratamientos en personas con insuficiencia de convergencia y en sujetos con incomodidad visual (Borsting et al., 2003; Rouse et al., 2004; Borsting et al., 2008). Sin embargo, este cuestionario presenta una limitación para ser utilizado de forma general en la incomodidad visual, debido a que su finalidad es evaluar únicamente los síntomas en aquellos sujetos con insuficiencia de convergencia.

2.2.2 WILKINS RATE OF READING (WRRT)

Este test fue diseñado por la necesidad de evaluar, de forma cuantitativa, el posible beneficio del uso de filtros de color en la lectura (Wilkins et al., 1996). En la actualidad es una prueba utilizada en gran cantidad de estudios para detectar personas que puedan beneficiarse del uso de lentes o filtros de color, para evaluar el rendimiento en la lectura (Evans y Joseph, 2002; Scott et al., 2002; Wilkins et al., 2004; Singleton y Henderson, 2007; Allen et al., 2008;), en la dislexia (Kriss y Evans, 2005; Singleton y Trotter, 2005), epilepsia (Wilkins et al., 1999) y migrañas (Evans et al., 2002; Wilkins et al., 2002). Esta prueba pretende aislar y medir el efecto de factores visuales en la lectura (Wilkins et al., 1996).

La prueba requiere la lectura en voz alta de un texto en inglés, que consta de 15 palabras que son utilizadas con frecuencia en este idioma y son familiares para los niños de 7 años. Estas palabras se repiten de forma aleatoria, sin sentido literario, y se presentan en secciones de 150 palabras en cada tarjeta (imagen 4) (Wilkins et al., 1996).

come see the play look up is cat not my and dog for you to
the cat up dog and is play come you see for not to look my
you for the and not see my play come is look dog cat to up
dog to you and play cat up is my not come for the look see
play come see cat not look dog is my up the for to and you
to not cat for look is my and up come play you see the dog
my play see to for you is the look up cat not dog come and
look to for my come play the dog see you not cat up and is
up come look for the not dog cat you to see is and my play
is you dog for not cat my look come and up to play see the

Imagen 4. Página del test de velocidad lectora de Wilkins (*Wilkins Rate of Reading Test*, WRRT). Imagen extraída de (Wilkins et al., 1996).

La prueba se califica cuantificando el número de palabras leídas correctamente por minuto, restando los errores de omisión, sustitución e inversión (Wilkins et al., 1996) en distintas condiciones de lectura.

La intención de este diseño consiste en proporcionar un patrón de franjas en un texto con el propósito de provocar incomodidad visual y obtener una medida de la velocidad de lectura basada en factores visual y oculomotores. Esto minimiza los aspectos sintácticos y semánticos de la lectura (Wilkins et al., 1996).

2.2.3 PATTERN GLARE TEST

Para identificar a los individuos que son susceptibles de padecer incomodidad visual al visualizar un patrón de franjas (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995) se ha generado un sistema de medida que permite evaluar las distorsiones perceptuales observadas. La prueba fue publicada por Wilkins y Evans (2001) para permitir a los profesionales sanitarios estimar este *Pattern Glare* o patrón de deslumbramiento.

El diseño de la prueba está pensado para estimular la aparición de distorsiones de la percepción visual y está compuesto por tres patrones de franjas (imagen 5) de las siguientes características (Evans y Stevenson, 2008):

1. Con alto contraste.
2. Un ciclo de trabajo del 50%.
3. Cada patrón subtiende un ángulo de $13,63^\circ$ al ojo cuando son vistos a una distancia de 40 cm.
4. La orientación de las franjas es horizontal para imitar un texto.

En la parte superior de cada patrón se muestra una lista de los efectos visuales que el paciente puede llegar a percibir e indicar, si observa: colores, líneas curvadas, líneas difuminadas, brillo o parpadeo, desaparición, formas ocultas y otros efectos (Wilkins y Evans, 2001).

Se contabiliza cada distorsión percibida, siendo 7 el máximo número para cada patrón (Evans y Stevenson, 2008). El patrón 1 presenta una frecuencia espacial baja (0,5 ciclos/grado), siendo un patrón control y cuyo objetivo es detectar pacientes altamente sugestionables, con lo que se esperan pocas distorsiones (Wilkins et al., 1984). El patrón 2 tiene una frecuencia espacial intermedia (3 ciclos/grado). Según Wilkins (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995) este patrón provoca la máxima cantidad de distorsiones en sujetos que informan de una mayor sintomatología de estrés visual. Finalmente, el patrón 3 se considera como control, con una frecuencia espacial alta (12 ciclos/grado), y se espera provoque menos distorsiones que el patrón 2. Las distorsiones observadas en el patrón 3 se considera que son de naturaleza diferente que las obtenidas en el patrón 2, y se ha sugerido que reflejan una mayor contribución óptica que neurológica (Conlon et al., 2001; Evans y Stevenson, 2008). Conlon et al. (2001) indicó que los sujetos con baja y moderada incomodidad visual eran más propensos a informar de mayores distorsiones en el patrón 3 que en el 2.

Se considera que un sujeto es susceptible de presentar estrés visual cuando: la suma de las distorsiones percibidas en el patrón 2 sea superior a 3 o la diferencia entre las distorsiones del patrón 3 menos las del patrón 2 resultan ser superiores a 1 (Wilkins y Evans, 2001; Evans y Stevenson, 2008).

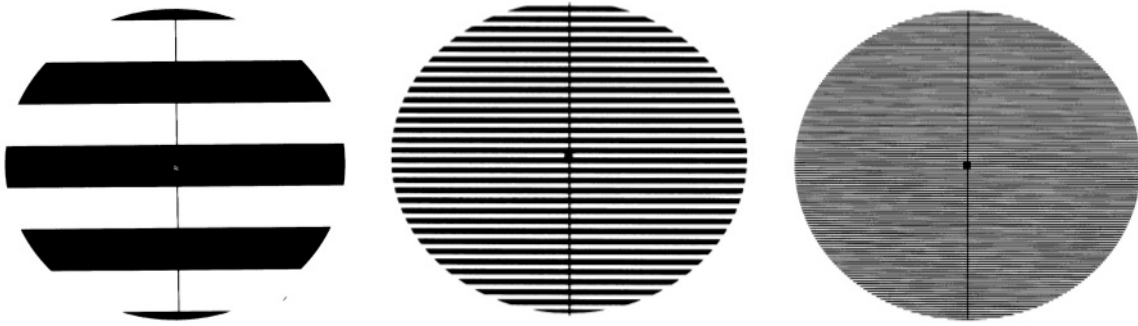


Imagen 5. Ilustración del Pattern Glare Test. Frecuencias espaciales de cada uno de los patrones de franjas: izda. 0,5 ciclos/grado, medio, 3 ciclos/grado y dcha. 12 ciclos/grado. Representación a tamaño reducido. *Imagen extraída de* (Evans y Stevenson, 2008).

Antes de la realización, la prueba advierte que la exposición al patrón 2 puede causar malestar en individuos con migraña y/o provocar ataques en pacientes con epilepsia fotosensible, aconsejando no contemplar el patrón a dichos sujetos (Wilkins y Evans, 2001). Las instrucciones desarrolladas por Wilkins y Evans (2001) aconsejan el siguiente proceso de evolución:

1. Familiarizar al sujeto con el test mediante la lectura de la lista de posibles distorsiones al observar el patrón 1. El test debe estar situado a 40 cm de distancia.
2. Indicar que fije la mirada en el punto central del patrón durante 5 segundos, que deben ser contados por el mismo sujeto. Trascurrido este tiempo se le cuestiona sobre la visualización de alguna de las distorsiones de la lista.
3. Si el sujeto indica alguna distorsión deberá especificar si fue vista a ambos lados de la línea vertical, o más pronunciada en un lado.
4. Repetir el procedimiento para el patrón 2 y 3.
5. Preguntar al paciente cuál de los patrones provocó más distorsiones y fue más incómodo.

El estudio realizado por Evans y Stevenson (2008) usó la prueba como instrumento de detección de estrés visual. Dichos autores observaron que la prevalencia era similar en hombres y mujeres, que el patrón de deslumbramiento disminuye con la edad y que se correlaciona con la migraña.

2.2.4 LUCID VISS

En un estudio se encontró que las personas que sufren alta incomodidad visual requieren mucho más tiempo para realizar tareas de búsqueda visual, siendo lectores menos eficientes (Conlon et al., 1998). Se ha observado también que el rendimiento es menor en tareas que requieren atención a los detalles, como la presencia o ausencia de una abertura en un círculo (Conlon y Humphreys, 2001). Según Conlon y Humphreys (2001), este hecho sugiere que las dificultades de procesamiento visual en individuos con alta

incomodidad visual se extienden más allá de la hiperexcitabilidad sensorial extrema en el área cortical V1.

Estudios más recientes han demostrado que el rendimiento durante una tarea de búsqueda visual puede predecir la susceptibilidad a la incomodidad visual en niños de primaria y secundaria (Singleton y Henderson, 2007), lo que puede resultar eficaz para la detección de incomodidad visual, incluso en aquellos individuos con dislexia. Singleton y Henderson (2007) advirtieron que la búsqueda visual influida por un patrón de franjas en el fondo, provocaba una diferencia significativa en los tiempos de respuesta entre los grupos de baja y alta incomodidad visual, siendo este último el que más tiempo empleaba para encontrar el objetivo. Por contra, dichos autores no encontraron diferencias de tiempo en la búsqueda visual, entre ambos grupos, cuando no se presentaba en el fondo el patrón de franjas. Sin embargo, esto contradice los resultados obtenidos en el estudio de Conlon y Humphreys (2001).

Otro estudio (Allen et al., 2008) corrobora estos últimos resultados, indicando que no se obtuvieron evidencias de que el rendimiento en la búsqueda visual se viera afectado por la introducción del patrón de franjas, sin embargo sí que existieron diferencias en la tarea de búsqueda visual entre ambos grupos.

En este aspecto también se ha estudiado si la tarea de búsqueda visual mejora con la superposición de filtros de color mostrando que aquellos sujetos con alta incomodidad visual que optaron por una plantilla transparente de color sobre el texto mejoraron significativamente en la búsqueda del objetivo (Tyrrell et al., 1995). En cambio, Allen et al. (2008) no encontró una mejora en el rendimiento de la búsqueda visual al usar transparencias de color durante la tarea.

Conlon y Humphreys (2001) proponen una teoría para explicar la posible causa del bajo rendimiento en la tarea de búsqueda visual, que consta de dos partes:

1. Debido a una mayor sensibilidad sensorial al patrón de franjas, el sistema magnocelular se sobrecarga. Esta sensibilidad sensorial aumenta al presentarse múltiples estímulos, no sólo las franjas. Este incremento de la sensibilidad puede actuar produciendo que los tiempos de búsqueda en las personas con alta incomodidad visual sean más lentos.
2. La segunda parte se centra en la atención espacial, en la que un proceso parvocelular puede ser menos eficaz en sujetos con alta incomodidad visual.

En un estudio previo se midió la función de la sensibilidad al contraste espacial para las frecuencias entre 1 y 12 ciclos/grados, en sujetos con alta incomodidad visual y se encontró que la sensibilidad estaba reducida para dicho rango de frecuencias (Conlon et al., 2001). Esto sugiere que dichas personas pueden tener dificultades en el procesamiento de la vía parvocelular (Conlon y Humphreys, 2001).

Basados en este bajo rendimiento en la tarea de búsqueda visual, Lucid Research creó en 2006 un programa informático con el propósito de medir y detectar a las personas susceptibles de presentar estrés visual.

Lucid ViSS (*Visual Stress Screener*) se administra a través de un ordenador, en cuya pantalla se presenta una palabra de tres letras (seleccionada de una base de datos de 155 palabras) escondida en una matriz cuadrada de palabras distractoras de tres letras (seleccionadas de la misma base de datos). El sujeto que va a ser evaluado debe

localizar dicha palabra. La matriz de palabras varía dependiendo de la edad del individuo que va a ser evaluado, siendo de 18 x 15 letras para niños de hasta 10 años y 11 meses, 21 x 16 de 11 años a 15 años y 11 meses y de 24 x 18 para mayores de 16 años. No hay espacio entre las palabras y la localización de la palabra objetivo se genera aleatoriamente (Lucid, 2011).

La matriz se presenta sobre dos fondos diferentes, un fondo gris sin estímulo estresante y un fondo con el patrón de franjas. El tamaño de la letra también varía en función de la edad, siendo de 10 puntos para niños de hasta 10 años y 11 meses, de 9 puntos de 11 años a 15 años y 11 meses y de 8 puntos para mayores de 16 años. La matriz sin el estímulo estresante presenta la letra en formato Arial normal, sin embargo la matriz con el patrón de franjas utiliza una letra Arial negrita (imagen 6).

El proceso de presentación es el siguiente: en primer lugar se presentan 2 matrices visualmente no estresantes para practicar, cuyo tiempo de ejecución no es tenido en cuenta en el análisis de los resultados, y que la persona se familiarice con el programa, en segundo lugar se muestran 6 matrices sin elementos estresantes. A continuación aparecen 15 matrices con el patrón de franjas y por último otras 4 matrices sin elementos estresantes (Lucid, 2011).

El sujeto, una vez localizada la palabra objetivo, debe pinchar con el puntero del ratón dicha palabra. El programa medirá el tiempo que se tarda en encontrar la palabra. Las respuestas incorrectas quedan registradas, pero se presenta una búsqueda adicional para que los tiempos medios de respuesta se basen en el mismo número de elementos anteriormente expuestos. La presentación global dura entre 20 y 30 minutos, pero algunas personas pueden tardar más tiempo (Lucid, 2011). La búsqueda de la palabra se realiza dependiendo de la estrategia seleccionada por el sujeto, ya sea de forma sistemática (mediante el escaneo de cada línea de izquierda a derecha y de arriba a abajo), o estratégica (búsqueda de las letra que visualmente más se destaque de la palabra objetivo) o al azar (Lucid, 2011).

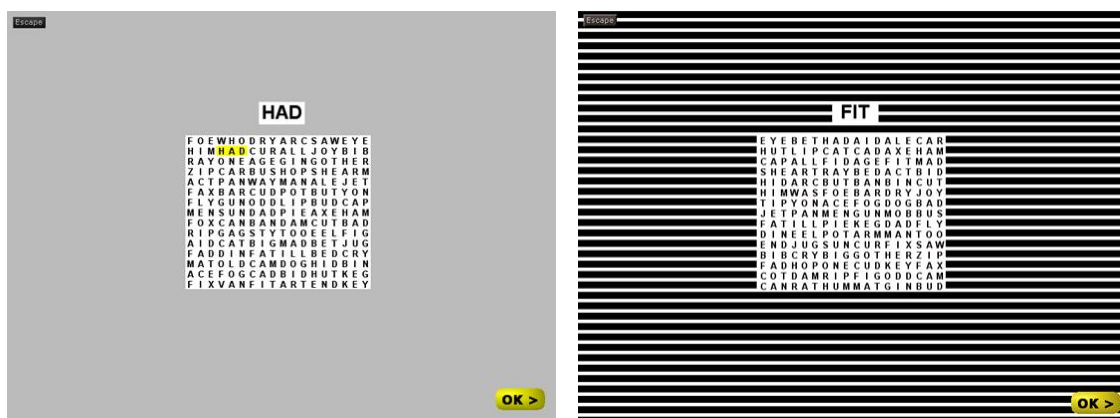


Imagen 6. Pantalla del programa Lucid ViSS presentando una matriz visualmente no estresante y visualmente estresante (patrón de franjas). *Imagen extraída de* (Lucid, 2001).

2.3 ESTRÉS VISUAL, SÍNDROME DE MEARES-IRLEN Y DIFICULTADES EN LA LECTURA

2.3.1 SÍNDROME DE MEARES-IRLEN

El síndrome de Meares-Irlen se define como aquella condición en que se presenta los síntomas y las distorsiones visuo-perceptuales del estrés visual y pueden ser aliviados mediante la prescripción y uso de filtros coloreados. Esta condición recibió inicialmente el nombre de Síndrome de Sensibilidad Escotópica (Irlen, 1983), sin embargo este término es etimológicamente inapropiado y se utilizó con posterioridad el término Síndrome Irlen (Irlen, 1990). Actualmente se conoce con el nombre de Síndrome de Meares-Irlen (Evans et al. 1995; Evans et al. 1996).

Muchas investigaciones se han dedicado a estudiar los síntomas de la incomodidad visual y las distorsiones que a veces se alivian con la superposición de colores, especialmente si son seleccionados de forma específica para cada individuo (Wilkins et al., 1992). Según Evans (Evans, 2005) parece probable que el estrés visual y el síndrome de Meares-Irlen se traten de diferentes manifestaciones de la misma condición.

Allen et al. (2010) utilizando un fotorefractómetro para medir la respuesta acomodativa en individuos susceptibles de padecer incomodidad visual, concluyó que el retraso acomodativo fue mayor en dicho grupo comparado con un grupo control y que este retraso se reducía mediante el uso de filtros de color.

Contrariamente, Scheiman et al. (1990) observaron que los sujetos diagnosticados con el síndrome de Meares-Irlen y a los que se les había prescrito el uso de lentes cromáticas presentaban disfunciones visuales previas, al realizarles un examen visual. Otros autores, también han sugerido que las personas que presentan el síndrome de Meares-Irlen tienen una baja amplitud de acomodación (Scott et al., 2002).

Otro estudio, examinó la respuesta acomodativa en individuos que habían indicado efectos beneficiosos con el uso de las lentes coloreadas. Se observó un incremento en las microfluctuaciones en los sujetos con estrés visual que se reducían mediante el uso de filtros de color (Simmers et al., 2001). Sin embargo, la medida de la respuesta acomodativa fue comparada utilizando una lente de densidad neutra y una lente de color complementario al que había seleccionado el paciente (ambas con igual transmisión fotópica que la lente de color) y se observó que la respuesta obtenida era muy similar para las tres lentes, esto sugiere que la estabilidad acomodativa puede estar relacionada con la reducción de la luminancia (figura 4) (Simmers et al., 2001).

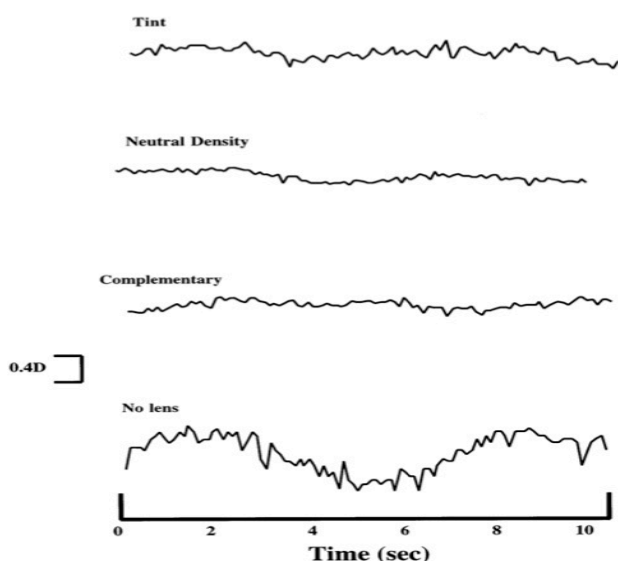


Figura 4. Registro de la acomodación (10 segundos de duración) para un sujeto, tomadas en diferentes condiciones de visión, obteniéndose la misma respuesta en el resto de los sujetos con incomodidad visual. Se observan pequeñas diferencias en la respuesta acomodativa al utilizada: 1. la lente coloreada prescrita, 2. lente de densidad neutra (con igual transmisión fotópica que la lente prescrita) y 3. lente complementaria (lente tintada con un color complementario con igual transmisión fotópica que la lente prescrita). En la medida realizada sin lente se puede observar una gran incremento en la magnitud de las fluctuaciones en la respuesta acomodativa. Figura extraída de (Simmers et al. 2001).

2.3.2 LENTES O FILTROS DE COLOR

Evans (2005) propone dos etapas para el correcto diagnóstico del síndrome de Meares-Irlen: primero, deben ser descartadas todas aquellas anomalías oculomotoras mediante un examen visual completo y segundo, el individuo debe beneficiarse mediante la superposición del color que evidencie un beneficio. Este protocolo es esencial, tanto en niños como en adultos, para descartar que los síntomas sean por causas más convencionales (Evans et al., 1995, 1996, 1999; Lightstone y Evans, 1995; Scott et al., 2002).

La elección del color preferido se realiza mediante el sistema de Wilkins/MRC que consta de un conjunto de láminas de plástico transparentes, de colores, de tamaño A5, disponibles en 9 colores (rosa oscuro, rosa claro, naranja, amarillo, verde lima, verde menta, turquesa, azul y violeta) y una lámina gris, que combinadas pueden proporcionar una amplia gama de colores (imagen 7) (Wilkins et al., 1994; Wilkins, 2003).



Imagen 7. Lentes y láminas de color utilizadas en el proceso de evaluación y tratamiento en el síndrome de Meares-Irlen con dificultades en la lectura. Imagen extraída de www.migraine-dyslexia.com.

Si el individuo selecciona una lámina de color, se deberá valorar su utilidad de dos formas: a través del beneficio en la velocidad de lectura utilizando el *Wilkins Rate of Reading* (WRRT) (ver apartado 2.2.2) y mediante su uso voluntario y mantenido en el tiempo durante al menos unos meses (Evans et al. 1999; Kriss y Evans, 2005). En caso de que el individuo continúe con el uso de la lámina, el color debe ser refinado mediante el colorímetro Intuitive Colorimeter (Wilkins, 2003). Se trata de un dispositivo que proyecta luces de colores sobre una página de texto, de forma que permite afinar el color que va a ser utilizado para la lectura (Wilkins, Nimmo-Smith y Jansons, 1992).

El uso de lentes de color ha demostrado una mejora en el rendimiento de la lectura (Irlen, 1991, 1997), específicamente en la comprensión, precisión y velocidad lectora (Robinson y Foreman, 1999; Williams et al., 1992; Robinson y Conway, 1994). Este tratamiento también ha sido analizado en anomalías en las que están presentes síntomas de estrés visual, como es el caso de las migrañas (Evans et al., 2002; Wilkins et al., 2002) y la epilepsia (Wilkins et al., 1999).

Wilkins et al. (2002) observó que el uso de lentes coloreadas reducía la frecuencia del número de cefaleas en pacientes con migrañas. Debido a que la longitud de onda de la luz afecta a la sensibilidad neuronal (Zeki, 1983), los autores propusieron que la utilización de lentes de color podría disminuir la hiperexcitación, reduciendo las distorsiones perceptivas y los dolores de cabeza (Wilkins, 1995; Wilkins et al., 2002).

2.3.3 DIFICULTADES ESPECIFICAS DEL APRENDIZAJE

La dislexia es una dificultad con la lectura y la ortografía que presenta un origen neurológico (Evans, 2001). Debido a la heterogeneidad y el mal uso que ha tenido el término en ocasiones, actualmente se ha denominado como dificultad específica de aprendizaje, o problemas de aprendizaje, de la lecto-escritura (Evans, 2001).

Uno de los problemas específicos de aprendizaje más común es el que afecta a la lectura que, a menudo, va asociado con problemas específicos en la ortografía (Evans et al., 1999). Las dificultades en la lectura se han agrupado con una serie de anomalías visuales como movimientos oculares anormales (Ciuffreda et al., 1983), déficit en la atención visual (Valdois et al., 2004) y estrés visual (Wilkins, 1995, 2003). Ya a finales de los ochenta Irlen (1983, 1991) indicaba que muchos niños con dislexia sufrían de una disfunción perceptiva que actualmente puede equipararse al estrés visual. A pesar de las numerosas investigaciones dedicadas a estudiar esta condición, la conexión entre el estrés visual y los problemas de lectura siguen estando poco claras.

Kriss y Evans (2005) señalaron que la condición estaba presente en el 47% de los individuos con problemas en la lecto-escritura. En otros estudios se ha estimado que la prevalencia en individuos con problemas de aprendizaje es de un 41% (Singleton y Henderson, 2007).

Según las diferentes investigaciones, el estrés visual y los problemas específicos de lectura son condiciones independientes (Evans, 2001; Kriss y Evans, 2005). Ambos problemas se pueden presentar de forma aislada o en ocasiones coexistir en un mismo individuo (Wilkins, 2003; López et al., 1994; Kriss y Evans, 2005), de manera que en pacientes diagnosticados con problemas específicos de aprendizaje el uso de filtros de color no aumenta la probabilidad de mejora en la velocidad lectora (Wilkins, 2003).

En el estudio realizado por Kriss y Evans (2005) se examinó a un grupo con problemas de aprendizaje y un grupo control de la misma edad y se llegó a la conclusión que ambos grupos leían más rápido con la superposición de filtros. Sin embargo, la mejora fue más significativa en el grupo con problemas de aprendizaje. Los autores propusieron que estos resultados podían indicar que el tratamiento con lentes de color en sujetos con estrés visual y problemas de lecto-escritura sería especialmente importante (Kriss y Evans, 2005).

Se ha sugerido la posibilidad que los niños que presentan ambos problemas pueden mostrar diferencias en el procesamiento visual al ser comparados con niños que no presentan estrés visual (Kriss y Evans, 2005).

Singleton y Trotter (2005) indicaron una posible relación entre los problemas específicos de lectura y el estrés visual en estudiantes universitarios, al comparar el rendimiento en la lectura en adultos con y sin problemas de lectura, con y sin el uso de filtros de color. Los alumnos con problemas de lectura y alto estrés visual mostraron una mejora significativa en la velocidad lectora al usar el color óptimo. Se observó que el grupo con problemas de lectura y alto estrés visual y sin el uso de lentes coloreadas presentaba una velocidad de lectura más lenta que los que tenían problemas de lectura y bajo estrés visual, en las mismas condiciones. Este efecto no se observó en el grupo que no tenían problemas de lectura. Según los autores, esto sugiere que existe una conexión entre ambos problemas (Singleton y Trotter, 2005). En dicho estudio, se cuestiona la manera de identificar si un adulto sufre estrés visual mediante la superposición de filtros que se emplean en otros estudios, argumentando que algunos individuos pueden experimentar distorsiones en la percepción visual durante la lectura y no beneficiarse del uso de filtros de color. Concluyen que el diagnóstico debe realizarse en base a la sintomatología (Singleton y Trotter, 2005).

El tratamiento y diagnóstico del estrés visual y los problemas específicos de lectura parece ser que son completamente diferentes. Los filtros de color no son un tratamiento específico para los problemas de aprendizaje (Kriss y Evans, 2005). El mejor tratamiento para las personas con ambas condiciones es: tratar el estrés visual producido durante la lectura y fomentar estrategias de educación, como fortalecer los procesos fonológicos y la fluidez en el reconocimiento de palabras con el propósito de hacer frente a la discapacidad en la lectura (Kruk et al., 2008).

2.4 RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

El estrés visual o incomodidad visual es una experiencia visual desagradable que puede resultar desconocida para las personas que la padecen. El término estrés visual abarca varios conceptos diferentes:

1. Agrupación de síntomas somáticos y perceptuales que puede ser provocado por luces brillantes o intermitentes, patrones de franjas con perfil de onda cuadrada y/o texto que se asemejan a dicho patrón (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995).
2. Hiperexcitabilidad en las células de la corteza visual, relacionada con la epilepsia fotosensible (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995) y las migrañas (Wilkins et al., 1984; Marcus y Soso, 1989; Wilkins, 1995).

3. Condición que presenta síntomas visuales desagradables durante la visualización de un texto y que pueden ser aliviados mediante el uso de lentes o filtros de color, conocida también con el nombre de síndrome de Meares-Irlen (Irlen, 1990; Evans et al., 1995; Evans et al., 1996).

La diversidad de estudios que se pueden encontrar, han basado sus investigaciones en dos etiologías del estrés visual: la primera generada por una hiperexcitabilidad de las neuronas de la corteza visual (Wilkins et al., 1984; Wilkins, 1995) y la segunda como consecuencia de disfunciones visuales no detectadas (Scheiman et al., 1990; Borsting et al., 1999; Simmers et al., 2001; Borsting et al., 2007; Chase et al., 2009). Se ha sugerido incluso que el estrés visual puede presentarse con diferentes subtipos y que los síntomas que aparecen en un mismo sujeto pueden estar causado por diferentes etiologías (Sheedy et al. 2003; Borsting et al. 2007).

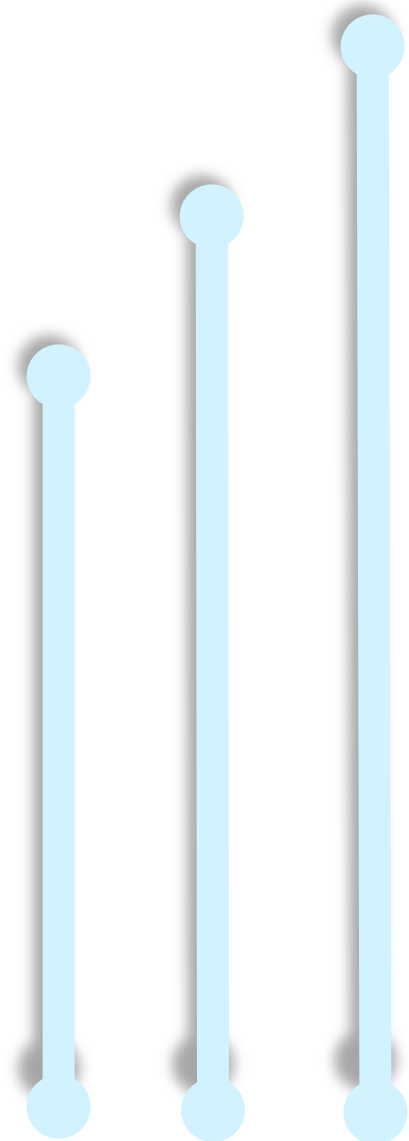
Se ha sugerido que dicha condición es más prevalente en mujeres que en hombres (Borsting et al., 2007) y esta asociada a problemas acomodativos y binoculares, tales como insuficiencia de acomodación (Simmers et al., 2001; Ciuffreda et al., 1997; Chase et al., 2009) o insuficiencia de convergencia (Borsting et al., 2003). Aquellos sujetos que sufren alto estrés visual requieren mayor tiempo para realizar tareas de búsqueda visual y como consecuencia pueden tener menor rendimiento en la lectura (Conlon et al., 1998; Conlon y Humphreys, 2001).

La presencia de síntomas en individuos susceptibles de padecer estrés visual genera un estado de malestar que en ocasiones provoca dificultades para la realización de ciertas tareas, especialmente durante la lectura. Se ha sugerido que un texto puede compararse a un patrón de franjas (Wilkins y Nimmo-Smith, 1987), provocando los síntomas característicos del estrés visual.

Debido a la variedad de conceptos que engloba el término estrés visual, se han diseñado diversos métodos para su detección:

- Cuestionario que investiga las dificultades físicas, perceptuales, y de rendimiento en la lectura de un texto (Conlon et al., 1999).
- Pruebas que ponen de manifiesto y valoran las distorsiones perceptuales mediante la observación de patrones de franjas con diferentes frecuencias espaciales (Wilkins y Evans, 2001).
- Pruebas que valoran el rendimiento visual a través de tareas de búsqueda visual (Lucid, 2011).

OBJETIVOS



3 OBJETIVOS

Considerando los fundamentos que se han expuesto en el marco teórico, los objetivos que se plantean en este estudio son:

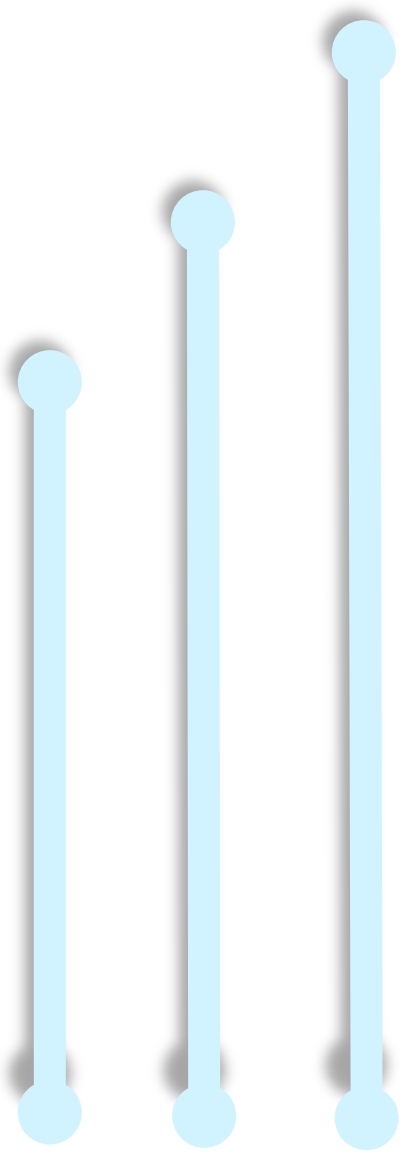
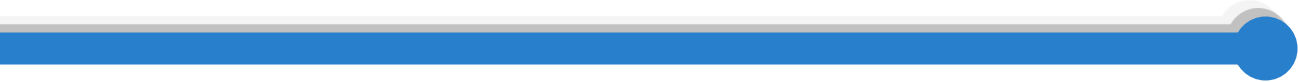
3.1 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general de este trabajo es investigar los diversos métodos de detección del estrés visual, comprobando la concordancia de los resultados de distintas pruebas diseñadas para evaluar dicha experiencia. Así mismo, determinar si las capacidades visuales son significativamente diferentes en los grupos de alto y bajo estrés visual.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la prevalencia del estrés o incomodidad visual en una muestra homogénea, en cuanto a edad y demandas visuales, mediante el uso de un cuestionario previamente validado con este fin en estudios anteriores. Para ello, no tan solo se ha analizado la puntuación total del cuestionario si no que se han valorado puntuaciones parciales o factores, obtenidas a partir de subgrupos de preguntas del cuestionario, que se asocian a etiologías diferentes.
- Investigar la concordancia de resultados entre el cuestionario y otras estrategias que se han sugerido en la literatura como eficaces para determinar la existencia de estrés visual.
- Determinar la existencia de diferencias significativas en los resultados de los exámenes de binocularidad y acomodación entre grupos con alto y bajo estrés visual.
- Evaluar si existe alguna diferencia significativa en la puntuación de las pruebas utilizadas para valorar el estrés visual en función del sexo y de la existencia de migraña.

MATERIAL Y MÉTODO



4 MATERIAL Y MÉTODO

En este apartado se explicarán las condiciones utilizadas para la realización de las diversas pruebas, selección y examen de los sujetos, así como el protocolo empleado para detectar y evaluar a los sujetos de bajo y alto estrés visual.

4.1 PRUEBAS DE INCOMODIDAD VISUAL

En este apartado se hablará sobre los materiales que fueron necesarios para la realización de las pruebas de incomodidad visual, así como las condiciones donde se llevaron a cabo. También se expone los sujetos que participaron en esta primera parte del estudio.

4.1.1 MATERIAL Y CONDICIONES EXPERIMENTALES

Tanto el cuestionario de incomodidad visual, el *Pattern Glare Test*, como el Lucid ViSS han sido explicadas, con detalle, en el apartado 2.2. Las administraciones del *Pattern Glare Test* y del Lucid ViSS fueron llevadas a cabo en una tranquila sala de la Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa (FOOT). La sala estaba iluminada con dos lámparas fluorescentes Philips Master TL-D 58W/840 con una frecuencia de parpadeo de 50 Hz (imagen 8).



Imagen 8. Sala de la FOOT donde se realizaron las pruebas de estrés visual.

La encuesta sobre incomodidad visual se realizó de forma presencial, en ocasiones de forma individual y en otras en grupo, en las aulas o salas de prácticas donde se encontraban los estudiantes, con el fin de recoger el mayor número de cuestionarios respondidos, y dando las explicaciones y contestando cualquier duda que pudiera surgir a los encuestados. Originalmente el cuestionario se encontraba escrito en lengua inglesa, de manera que fue traducido al castellano y catalán para ser administrado. Al realizar la traducción a estos dos idiomas, se generó el texto con las propiedades descritas por

Wilkins (1995) en las que se puede inducir incomodidad visual, de manera que el cuestionario presentaba las siguientes características espaciales (ver anexo 2):

1. La letra utilizada fue: Arial Negrita con tamaño de 11 punto.
2. Las líneas del texto fueron separadas por un espacio similar a la altura del cuerpo central de la letra, con el propósito de que el ciclo de trabajo estuviera cerca del 50%. El interlineado era múltiple en 0.9.
3. Con el fin de reducir el espacio entre letras y palabras adyacentes, el espacio entre caracteres se configuro en la opción comprimido a 1 punto.

Para la presentación del programa Lucid ViSS se utilizó un ordenador de sobremesa con procesador Intel ® Core Duo, sistema operativo Windows XP, un monitor Dell 1707 FPt (Analog) TFT de 17" con una frecuencia de refresco de 50/60 Hz y resolución de 1280 x 1024. El ordenador incluía una tarjeta gráfica Intel ® Express Chipset Family de 256 MB. La configuración de la tarjeta gráfica se ajustó para ofrecer una resolución de 1024 x 768 y una tasa de refresco de 75 Hz (máxima posible).

4.1.2 SUJETOS

Los sujetos participantes en este estudio fueron estudiantes de la FOOT, de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), y también otras personas jóvenes, estudiantes universitarios, que respondieron a la invitación para participar y, en todos los casos, los sujetos participaron de manera voluntaria tras pedir su colaboración. Se informó de los objetivos, la naturaleza y número de pruebas del estudio.

El cuestionario de incomodidad visual se administró aproximadamente a los 300 estudiantes de la FOOT, de los cuales 187 participaron en las pruebas de estrés visual con el *Pattern Glare Test* y el Lucid ViSS.

4.1.3 SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y PROTOCOLO DE MEDIDA

Una vez contestado el cuestionario se asignaba día y hora para realizar el *Pattern Glare Test* y el Lucid ViSS. Antes de la realización de las pruebas se entregó y obtuvo el consentimiento informado de todos ellos.

Cuando el paciente acudía a la cita asignada, se le preguntaba sobre la presencia de algún error refractivo, y en caso de que existiera, la forma que utilizaba para compensarlo (gafa o lente de contacto). Se preguntaba si sufrían de migrañas o epilepsia, ya que se ha sugerido que están relacionadas con el estrés visual (Wilkins et al., 1984). Era importante conocer si padecían epilepsia, ya que se recomienda no someter al individuo a la observación de patrones de franjas ya que pueden provocar un ataque (Wilkins y Evans, 2001). También se cuestionaba sobre el diagnóstico de dislexia por su posible relación con el estrés visual (Kriss y Evans, 2005). Se identificaron 19 sujetos con migrañas y ninguno con epilepsia o dislexia.

Para la administración del *Pattern Glare Test* el examinador se colocaba delante del sujeto a examinar y se le explicaba el objetivo y los pasos a realizar (ver apartado 2.2.3). Tras la observación de cada uno de los patrones, se le pedía al sujeto que informara de las distorsiones percibidas. Las respuestas obtenidas con el *Pattern Glare Test* eran anotadas en la hoja de resultados (anexo 2), en la cual se registraba el número de

síntomas; y además el nivel de incomodidad al observar el patrón 2 y 3 en una escala del 1 al 9 para cada sujeto.

Para realizar la prueba del Lucid ViSS el sujeto se situaba delante del ordenador (imagen 9) y el examinador a un lado. Debido a que el programa se presentaba en lengua inglesa, el examinador explicaba al sujeto las instrucciones para realizar la prueba (ver apartado 2.2.4). Los tiempos proporcionados por el Lucid ViSS eran registrados en centisegundos por el programa y más tarde se extraían de la base de datos. Ambas pruebas tenían una duración aproximada de 30 minutos por persona y se aleatorizaba su administración.

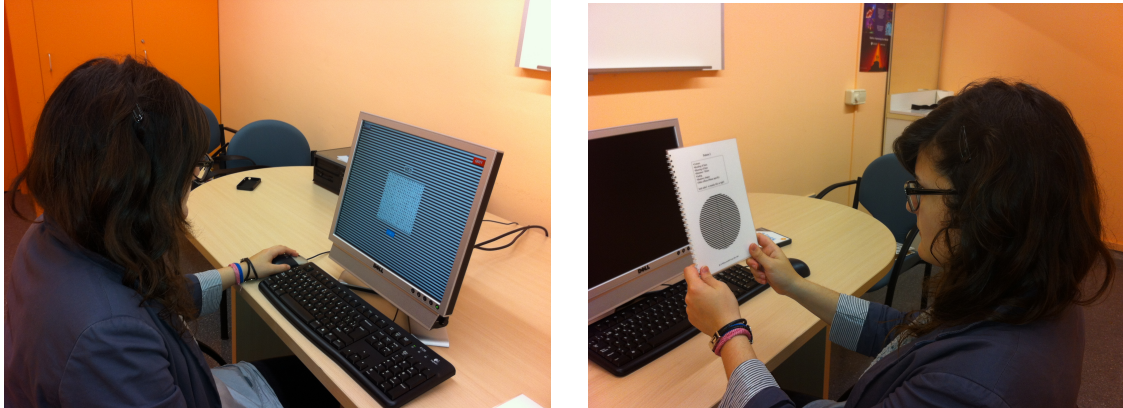


Imagen 9. Presentación de los métodos de detección del estrés visual.

De los 187 pacientes que realizaron las tres pruebas se eliminaron 6 debido a que presentaban estrabismo o ambliopía. De los 181 sujetos (45 hombres, 136 mujeres) de edades comprendidas entre 18 y 40 años (edad media $21,21 \pm 3.49$), se encontró un número mayor de mujeres debido al lugar donde se seleccionaba la muestra y además resultaba interesante ya que según Borsting et al. (2007) puede existir una mayor prevalencia de incomodidad visual en mujeres que en hombres. La edad media por hombres y mujeres viene determinada por la siguiente tabla:

TOTALIDAD DE LA MUESTRA		
Sexo	Hombres	Mujeres
Número de sujetos	45	136
Edad media (años)	22.78 ± 5.187	20.69 ± 2.534

Tabla 4. Número de sujetos y edad media para el conjunto total de pacientes.

Debido a que posteriormente, dentro del estudio, se realizará un análisis en el subgrupo con migrañas, se presenta la siguiente tabla con la edad media de hombres y mujeres en dicho grupo:

SUBGRUPO CON MIGRAÑA		
Sexo	Hombres	Mujeres
Número de sujetos	2	17
Edad media (años)	19.50 ± 0.707	20.88 ± 1933

Tabla 5. Número de sujetos y edad media para el grupo con migrañas.

4.2 RELACIÓN CON DISFUNCIONES VISUALES

Con el fin de identificar a los individuos con índices de incomodidad visual más extremos, según el cuestionario, y estudiar la correlación con sus capacidades visuales binoculares y de acomodación, se identificaron los sujetos con mayor y menor incomodidad visual, de acuerdo a la puntuación obtenida en la encuesta de incomodidad visual. Para ello se utilizó el criterio del percentil 85 como límite máximo y del percentil 15 como límite inferior.

Esto permitió identificar dos submuestras, una de muy baja incomodidad visual con 29 sujetos y otra de muy alta incomodidad visual compuesta por 28 sujetos, a los que se pidió su participación en esta segunda parte del estudio. Así mismo, también se pidió la participación a todos los sujetos con migrañas. Todos ellos fueron informados mediante correo electrónico y se les explicó que consistía en la realización de una evaluación optométrica completa, con pruebas de binocularidad y acomodación. De un total de 69 sujetos que fueron seleccionados acudieron a la cita para realizar el examen visual 53 de ellos.

4.2.1 EXAMEN VISUAL

Con el objetivo de valorar las habilidades visuales de binocularidad y acomodación y determinar la existencia de disfunciones de la visión binocular se diseñó un protocolo de examen visual exhaustivo que incluía pruebas de AV, refracción, acomodación y binocularidad. La ficha empleada para la anotación de los resultados se encuentra en el anexo 2. Antes de realizar las pruebas, se explicaba la razón por la cual habían sido seleccionados, en qué consistían las pruebas y se les pedía firmar el consentimiento informado.

En primer lugar, se midió la agudeza visual, sobrerrefracción y se determinó la existencia de estrabismo. En caso que el sujeto no cumpliera alguno de los criterios de inclusión, en este punto no se continuaba con las pruebas binoculares y acomodativas y no formaba parte del estudio.

Los criterios de inclusión que se utilizaron para formar parte del estudio de la correlación de la sintomatología de incomodidad visual y las disfunciones visuales fueron los siguientes:

- Agudeza visual en visión lejana monocular igual o superior a 0.8.
- Ausencia de defecto refractivo residual en corrección habitual (gafa o lente de contacto) de $\geq 0,50$ D de miopía, $\geq 1,00$ D de hipermetropía y $\geq 1,00$ D de astigmatismo.
- Ausencia de estrabismos, ambliopía o patología ocular.
- Ausencia de cirugía ocular anterior.
- Ausencia de medicación que pueda interferir en la función del sistema visual.

De los 53 sujetos que asistieron al examen visual cinco fueron excluidos del estudio por no cumplir alguno de los requisitos. Se excluyeron 2 personas con estrabismo, 2 con ambliopía y 1 con agudeza visual inferior a 0.8. No se presentó ningún sujeto que tomara medicación que pudiera afectar a la visión.

4.2.2 PRUEBAS DE BINOCULARIDAD Y ACOMODACIÓN

Finalmente se incluyeron en el estudio 48 individuos. Los subgrupos estaban compuestos por: 21 sujetos con baja incomodidad visual (edad media 20.05 ± 1.47), 20 sujetos con alta incomodidad visual (edad media 21.70 ± 2.94); y 11 sujetos con migrañas (edad media 20.91 ± 1.57), de los cuales 1 sujeto pertenecía al subgrupo de baja incomodidad y 3 al subgrupo de alta incomodidad. La siguiente tabla muestra la edad media dentro de los subgrupos de baja y alta incomodidad visual y el subgrupo de migrañas:

	SUBGRUPOS DE LAS PRUEBAS DE BINOCULARIDAD Y ACOMODACIÓN					
	Baja incomodidad		Alta incomodidad		Migrañas	
Sexo	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Número de sujetos	7	14	2	18	1	10
Edad media (años)	20.57 ± 1.81	19.79 ± 1.25	20.50 ± 0.70	21.83 ± 3.07	20	21.00 ± 1.63

Tabla 6. Número de sujetos y edad media para los grupos de baja y alta incomodidad visual y migrañas.

El examen de binocularidad y acomodación se dividió en tres bloques; el primer bloque incluía respuesta acomodativa y convergencia relativa negativa y positiva, el segundo bloque compuesto por punto próximo de convergencia, foria vertical y amplitud de acomodación; y el tercer bloque englobaba la flexibilidad acomodativa, foria asociada, estereopsis y flexibilidad de vergencia (tabla 7). La elección de cada bloque de pruebas se realizaba de forma aleatoria.

En alguno de estos exámenes se realizaron 3 medidas ya que así lo recomiendan los estudios realizados al respecto (Antona, 2010). En las pruebas en que se realizaron 3 medidas se utilizó el promedio de las mismas para el análisis de datos.

Puesto que no siempre los optotipos comerciales para visión próxima cumplen los requisitos de agudeza visual que la metodología de examen requiere, se diseñaron unos nuevos con el objetivo de ser precisos en la agudeza visual para las pruebas de respuesta acomodativa, flexibilidad acomodativa y flexibilidad de vergencia

Se creó un texto con AV decimal 0.6 (0.66M o N5) para la prueba de flexibilidad acomodativa, dos líneas horizontales de letras de AV decimal 0.5 (0.8M o N6.5) para la prueba de respuesta acomodativa y una línea de letras verticales de AV decimal 0.45 (0.88M o N7) para la prueba de flexibilidad de vergencia, todas ellas calculadas para ser visualizadas a 40 cm.

Estos optotipos fueron generados por ordenador a través del programa Word de Office empleando las formulas necesaria para su obtención. Para ello, se calculó el tamaño de letra necesario para conseguir una AV decimal de 0.45, 0.5 y 0.6 mediante las siguientes ecuaciones:

Conversión del sistema decimal al sistema M:

$$M = \frac{\text{Distancia del test (m)}}{AV \text{ decimal}}$$

Conversión del sistema M a sistema N:

$$\text{Notación N} = \text{Notación M} \cdot 8$$

	PRUEBA	MATERIAL	NÚMERO DE MEDIDAS
PRUEBAS DE BINOCULARIDAD	Foria vertical (Maddox)	<ul style="list-style-type: none"> Varilla de maddox Luz puntual Prismas sueltos 	1 medida
	Convergencia relativa negativa (CRN) y positiva (CRP)	<ul style="list-style-type: none"> Foróptero Prismas de Risley Línea vertical de letras. 	3 medidas
	Punto próximo de convergencia (PPC)	<ul style="list-style-type: none"> Regla Objeto puntual 	3 medidas
	Flexibilidad de vergencia	<ul style="list-style-type: none"> Prismas sueltos: 3ΔBN y 12ΔBT Optotipo: Línea vertical de AV 0.45 a 40 cm. Cronometro 	1 medida
	Foria asociada	<ul style="list-style-type: none"> Unidad de Mallet Prismas sueltos 	1 medida
	Estereopsis	<ul style="list-style-type: none"> Gafa polarizada Test Randot 	1 medida
PRUEBAS DE ACOMODACIÓN	Respuesta acomodativa (NOTT)	<ul style="list-style-type: none"> Retinoscopio Optotipo: Línea horizontal de AV 0.5 a 40 cm. 	1 medida
	Amplitud de acomodación (alejamiento)	<ul style="list-style-type: none"> Regla Optotipo: Línea vertical de AV 0.45 a 40cm. Ocluser 	3 medidas
	Flexibilidad acomodativa	<ul style="list-style-type: none"> Flipper de +/- 2.00 D Optotipo: Texto de AV 0.6 a 40 cm. Ocluser Cronometro 	1 medida

Tabla 7. Pruebas e instrumentos empleados en el examen visual.

A continuación se explicará brevemente el protocolo que se siguió en cada una de las pruebas, todas se llevaron a cabo sobre la refracción habitualmente utilizada por el paciente que, recordemos, cumplía los criterios de inclusión:

BLOQUE 1

- **Respuesta acomodativa (Nott):** Se colocaba al sujeto delante del foróptero con el optotipo de AV 0.5 colocado a 40 cm. Se pedía al paciente que fijase su

atención en una letra determinada, con iluminación necesaria para leer dicha letra. Se situaba el retinoscopio a la distancia del optotipo y se observaba el reflejo retinoscópico de ambos ojos. En caso de sombras directas se alejaba el retinoscopio hasta obtener punto neutro. El resultado era la diferencia en dioptrías entre la distancia a la que se había colocado el optotipo y la distancia en la que se obtenía punto neutro.

- **CRN y CRP:** Se situó al paciente ante el foróptero con los prismas de Risley y el optotipo de AV 0,45 a 40 cm, se introdujeron en primer lugar prismas de base nasal y segundo de base temporal en ambos ojos. Se pedía al paciente que indicase borrosidad o visión doble y a continuación visión simple tras retirar los prismas. Se anotó los valores indicados por el paciente y se repitió la medida 3 veces.

BLOQUE 2

- **Punto próximo de convergencia (PPC):** Se le pidió al paciente que fijase el objeto puntual y que indicara el punto en el que obtenía visión doble del objeto. Se midió la distancia que señalaba el paciente y se repitió la medida 3 veces.
- **Foria vertical (Maddox):** Se usó la varilla de Maddox verticalmente colocada delante del ojo derecho y una luz puntual, se explicó al paciente que iba a observar dos imágenes, un punto luminoso y una línea horizontal de color rojo. Se le pidió al sujeto que fijando su atención en el punto luminoso indicase la localización de la línea respecto de dicho punto. Se anteponían prismas de base superior o inferior delante del ojo derecho en caso de que el paciente hubiera observado la línea por encima o por debajo de la luz, respectivamente.
- **Amplitud de acomodación (alejamiento):** Se utilizó un optotipo de AV 0.6 colocado delante del ojo a examinar y ocluyendo el otro ojo. Se alejaba poco a poco el optotipo del ojo y se le pidió al paciente que indicase cuando observaba nítida la letra objetivo. Se anotó la distancia en la que observaba nitidez y se repitió la medida 3 veces.

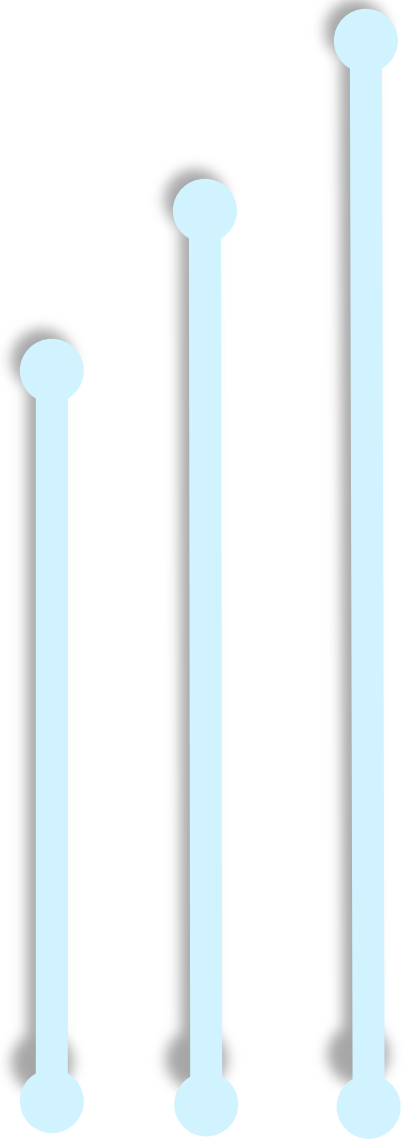
BLOQUE 3

- **Flexibilidad acomodativa:** Se empleó un optotipo de AV 0.6 colocado a 40 cm y un flipper de ± 2.00 . Se explicó al paciente que tras anteponer las lentes delante del ojo debía indicar cuando veía las letras nítidas, en ese momento se volteaba las lentes colocando las de signo contrario y repitiendo el mismo proceso. La prueba se realizó durante 1 minuto, anotando los ciclos por minuto.
- **Foria asociada (Unidad de Mallet):** En esta prueba se utilizó la unidad de Mallet colocada a 40 cm y una gafa con filtros polarizados. El ojo derecho percibía la línea superior y el ojo izquierdo la línea inferior. El paciente debía indicar la posición de la línea inferior con respecto a la superior al observar la cruz central. Se compensó la desviación con prismas base nasal o temporal delante del ojo

izquierdo cuando la línea inferior se observaba hacia la derecha o izquierda respectivamente. El proceso se repitió de la misma forma para la foria asociada vertical, anteponiendo prismas de base superior o inferior en caso de haber observado la línea hacia arriba o abajo.

- **Estereopsis:** Se utilizó el Test de Randot colocado a 40 cm y la gafa con filtros polarizados. Se explicó al paciente que debía indicar cuál de los 3 círculos presentes en cada uno de los rectángulos sobresalía más que el resto. Se anotó el valor en segundos de arco que conseguía alcanzar.
- **Flexibilidad de vergencia:** Se usó el optotipo vertical de AV 0.45 a 40 cm. Se explicó al paciente que se iba a anteponer un prisma de 3 Δ BN en el ojo derecho y que debía indicar cuándo percibía una imagen simple, a continuación se retiraba el prisma y se coloca delante del ojo izquierdo un prisma de 12 Δ BT indicando el momento en el que conseguía de nuevo una imagen simple. Este proceso se repetía durante 1 minuto, anotando los ciclos por minuto que se obtenían.

RESULTADOS



5 RESULTADOS

5.1 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Todas las medidas obtenidas se introdujeron en hojas de cálculo del programa Excel de Microsoft para que resultara más fácil el manejo de los datos. Para el análisis estadístico se utilizó el programa informático SPSS Statistics v.19.

Antes de proceder a la realización del análisis estadístico, se comprobó si los datos obtenidos presentaban una distribución normal para todas las variables y así poder aplicar posteriormente las pruebas estadísticas adecuadas. Para la determinación de la bondad de ajuste a la normalidad se ha empleado la prueba de Kolmogórov- Smirnov.

Se encontró que las variables del cuestionario y algunas del *Pattern Glare Test* presentaban un valor en la diferencia significativo respecto a la campana de Gauss de la distribución normal para la prueba Kolmogórov-Smirnov ($p < 0,01$), y por lo tanto no se distribuyen normalmente, esto era de esperar ya que frecuentemente a medida que aumenta el número de casos el ajuste a la normalidad es más difícil (Altman, 1991).

Sin embargo, diversos autores comentan (Alvarado y Batanero, 2008; Juárez et al., 2002) que, como consecuencia del Teorema central del límite, se puede aplicar la estadística paramétrica para muestras superiores a 30 o 40 casos. Puesto que nuestra muestra supera marcadamente estos valores consideraremos que es posible aplicar la estadística paramétrica y realizar inferencia poblacional. No obstante, para los casos en que según el estadístico de Kolmogórov-Smirnov, la distribución no es normal también hemos aplicado la estadística no paramétrica utilizando la Z de Mann-Whitney, además de la t de Student. Si en algún caso hay discrepancia en los resultados entre ambos métodos lo indicaremos.

En primer lugar se ha llevado a cabo la estadística descriptiva para las distintas variables estudiadas. A continuación se ha utilizado la prueba t de Student con el fin de estudiar la existencia de interacciones estadísticamente significativas entre los distintos grupos,. El nivel de significancia se ha establecido cuando $p < 0.05$ para un intervalo de confianza del 95%, lo que permite asegurar la significación con una probabilidad de error del 5%.

5.2 CUESTIONARIO

Para analizar los resultados del cuestionario de incomodidad visual se realizó en primer lugar un análisis descriptivo para la totalidad de la muestra y luego se analizaron los resultados en función de los factores del cuestionario (ver apartado 2.2.1).

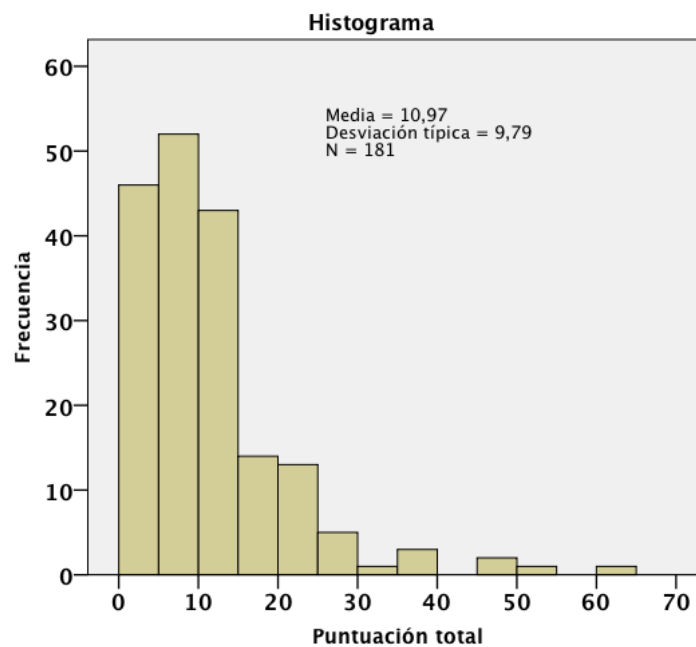
5.2.1 ANÁLISIS DE LA PUNTUACIÓN TOTAL DEL CUESTIONARIO

5.2.1.1 Análisis descriptivo

La gráfica 1 muestra la frecuencia de distribución del valor de la puntuación total del cuestionario para toda la muestra. Así mismo en la tabla 8 se presentan los resultados de la media, desviación estándar, error estándar, rango e intervalo de confianza de la media para toda la muestra y para los subgrupos sexo y migrañas.

DESCRIPTIVO DE LA PUNTUACIÓN TOTAL									
		N	\bar{x}	Sd	SE	Rango		Intervalo de confianza para la media al 95%	
						min	Max	Limite Inf.	Limite Sup.
Totalidad		181	10,97	9,79	0,73	0	64	9,54	12,41
Sexos	H	45	7,98	6,21	0,93	0	25	6,11	9,84
	M	136	11,96	10,55	0,90	0	64	10,17	13,75
Migrañas	SIN	162	10,73	9,60	0,75	0	64	9,24	12,22
	CON	19	13,00	11,36	2,61	0	45	7,53	18,47

Tabla 8. Análisis descriptivo de la puntuación total del cuestionario de incomodidad visual para toda la muestra y por grupo sexo y migraña.

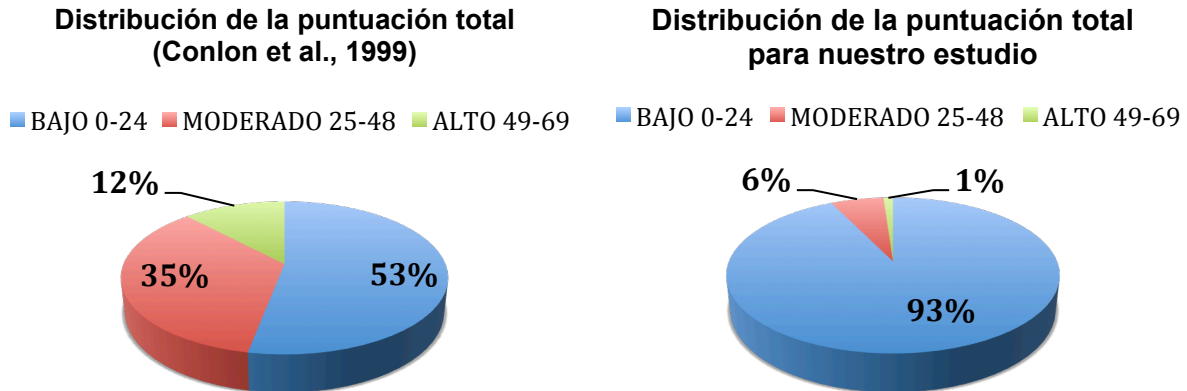


Gráfica 1. Distribución del valor de la puntuación total del cuestionario de incomodidad visual para toda la muestra.

Los resultados obtenidos con el cuestionario de incomodidad visual fueron divididos utilizando dos criterios. Por una parte el criterio propuesto por Conlon *et al.* (1999) (ver apartado 2.2.1) que considera tres grupos según la puntuación:

1. Baja incomodidad (puntuación entre 0 y 24).
2. Moderada incomodidad (puntuación entre 25 y 48).
3. Alta incomodidad (puntuación entre 49 y 69).

Los resultados muestran que un 92,8% de sujetos constituye el grupo de baja incomodidad, un 6,1% el de moderada y 1,1% el de alta incomodidad según el criterio de Conlon *et al* (1999). En la gráfica 2 se presentan estos resultados y se comparan con los resultados obtenidos por Conlon *et al.* (1999) en su estudio.

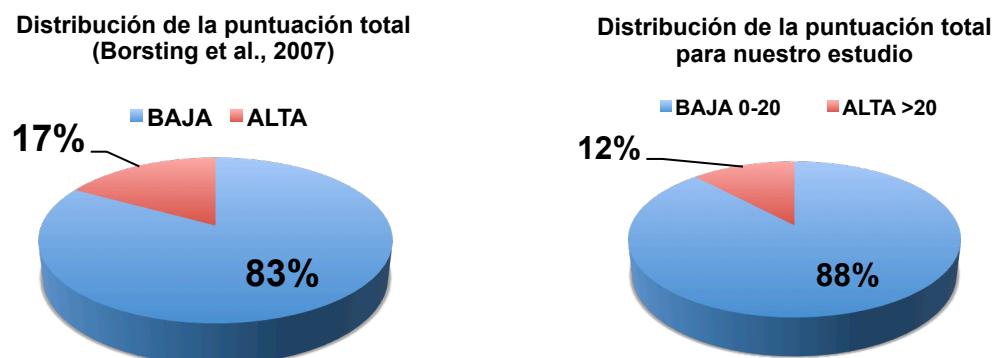


Gráfica 2. Comparativa de los resultados obtenidos de distribución de la puntuación de incomodidad visual utilizando el criterio de Conlon (Conlon et al., 1999) para la muestra del presente estudio y la muestra del estudio de Conlon et al. (1999).

Por otra parte también se ha usado el criterio de Borsting *et al.* (2007) que consiste en clasificar los sujetos del estudio según el siguiente criterio de puntuación:

1. Grupo baja incomodidad = $\bar{x} + 1 SD$
2. Grupo moderada y alta incomodidad = $> \bar{x} + 1 SD$

En este caso los resultados de la muestra indican que un 88% de sujetos constituye el grupo de baja incomodidad y un 12% el de moderada o alta incomodidad. Estos resultados son similares a los obtenidos por Borsting *et al.* (2007), como se puede ver en la gráfica 3. A partir de aquí se propone utilizar este criterio para la clasificación de la severidad de la incomodidad según la puntuación del cuestionario.



Gráfica 3. Comparación de la distribución de la puntuación del cuestionario de incomodidad visual utilizando el criterio de Borsting (Borsting et al., 2007) en su muestra de estudio y en la nuestra.

5.2.1.2 Comparación de medias según el sexo y la existencia de migraña

La tabla 9 muestra los resultados de la diferencia en la puntuación del cuestionario entre sexos y para el grupo de migrañas.

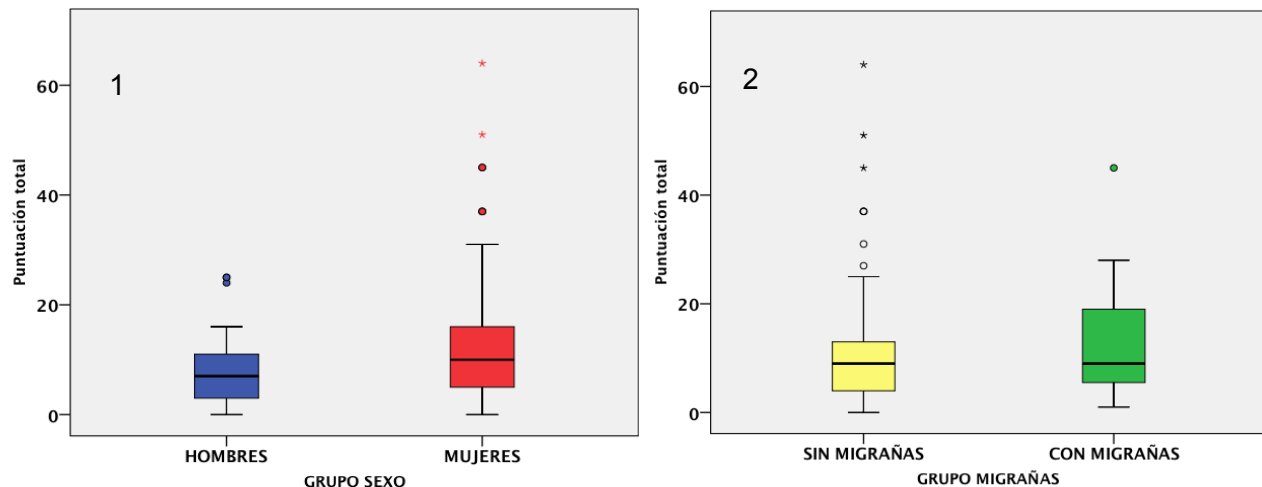
		DIFERENCIA DE PUNTUACIÓN TOTAL PARA SEXO Y MIGRAÑAS							
Sexo		N	\bar{x}	Dif. X	SE de la Dif.	t	p	Intervalo confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Sexo	H	45	7,98	-3,98	1,66	-2,39	0,02	-7,27	-0,71
	M	136	11,96						
Migrañas	SIN	162	10,73	-2,26	2,37	-0,95	0,34	-6,95	-2,420
	CON	19	13,00						

Tabla 9. Diferencia de puntuación total del cuestionario para los grupos de sexo y migrañas.

La diferencia entre medias revela que la puntuación del cuestionario de incomodidad visual es 3,98 puntos superior en las mujeres y que dicha diferencia es estadísticamente significativa, ($p=0,02$).

Puesto que en el subgrupo de mujeres existe una mayor prevalencia de sujetos con migrañas y como algunos autores sugieren que las migrañas pueden estar relacionadas con cierta sintomatología visual (Wilkins et al., 1984; Marcus y Soso, 1989; Harle y Evans, 2004), se decidió repetir el análisis según sexo excluyendo los casos con migrañas. En este caso, la diferencia entre hombres y mujeres, en la puntuación del cuestionario de incomodidad visual, sigue siendo estadísticamente significativa (3,53 puntos; $p=0,03$).

En cuanto al grupo de migrañas, aunque la diferencia entre medias en la puntuación del cuestionario de incomodidad visual es mayor para los sujetos con migrañas (gráfica 4.2 y tabla 9), la diferencia entre ambos grupos no es estadísticamente significativa ($p=0,34$).



Gráfica 4. Distribución de la puntuación total para los grupos: sexo (1) y migrañas (2).

5.2.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO

Las tres tipologías de preguntas agrupadas o factores del cuestionario, tal como se ha indicado en el apartado 2.2.1 son:

- Factor 1: Movimiento de texto y/o desvanecimiento (preguntas 15-18 y 20-22).
- Factor 2: Dolor de cabeza y/o irritación ocular (preguntas 1-5).
- Factor 3: Borrosidad y/o diplopía (preguntas 9-14).

Debido a que cada uno de estos factores incluye un número diferente de preguntas (factor 1: 7 preguntas, factor 2: 5 y factor 3: 6 preguntas) éstos no se pueden comparar de forma absoluta, y ha sido necesario convertirlos en relativos mediante la siguiente fórmula:

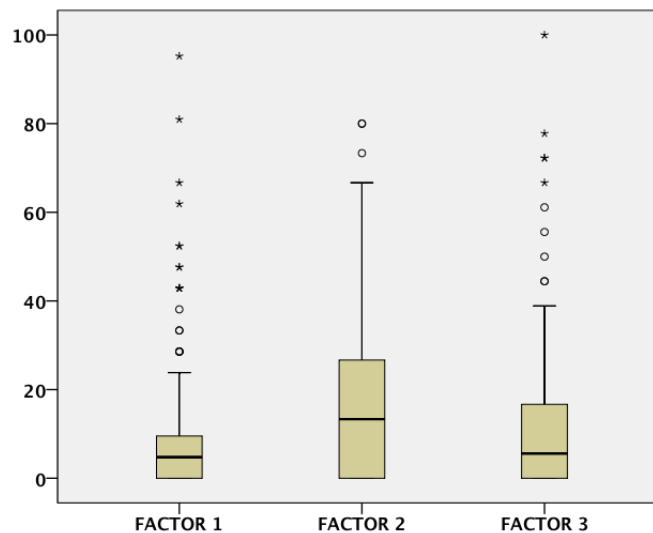
$$\frac{\text{Suma de la puntuación total de cada factor}}{\text{Puntuación máxima de cada factor}} \times 100$$

5.2.2.1 Análisis descriptivo

A continuación se realiza el análisis descriptivo y comparativo de los factores del cuestionario de incomodidad visual para la totalidad de la muestra (tabla 10 y gráfica 5) y según los grupos sexo (tabla 11, gráfica 6) y existencia de migraña (tabla 12, gráfica 7).

DESCRIPTIVO DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA TODA LA MUESTRA								
	N	\bar{x}	Sd	SE	Rango		Intervalo de confianza para la media al 95%	
					min	Max	Limite Inf.	Limite Sup.
Fact. 1	181	9,68	15,51	1,15	0	95	7,41	11,96
Fact. 2	181	18,31	19,32	1,43	0	80	15,47	21,14
Fact. 3	181	10,83	16,88	1,25	0	100	8,36	13,31

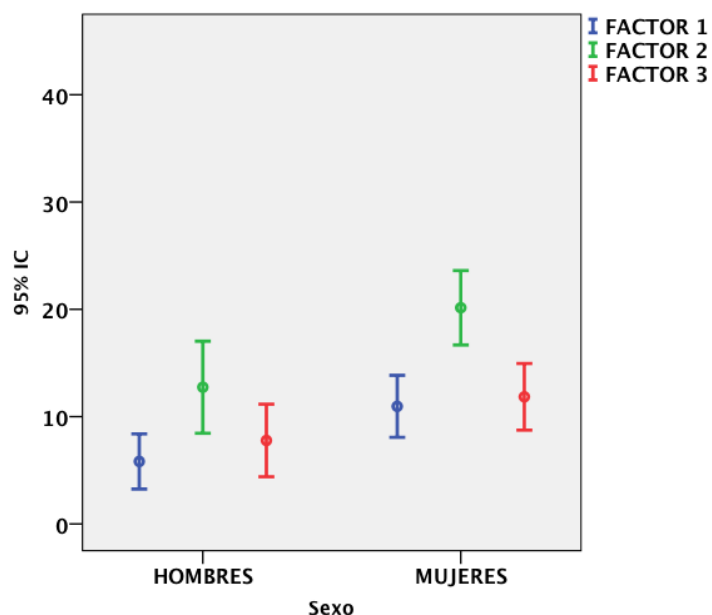
Tabla 10. Análisis descriptivo de los factores del cuestionario de incomodidad visual.



Gráfica 5. Distribución de los tres factores del cuestionario de incomodidad visual para toda la muestra.

DESCRIPTIVO DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL GRUPO SEXO									
		N	\bar{x}	Sd	SE	Rango		Intervalo de confianza para la media al 95%	
						min	Max	Limite Inf.	Limite Sup.
Fact. 1	H	45	5,82	8,54	1,27	0	33	3,25	8,39
Fact. 2		45	12,74	14,27	2,12	0	53	8,45	17,03
Fact. 3		45	7,78	11,26	1,67	0	39	4,39	11,16
Fact. 1	M	136	10,96	17,04	1,46	0	95	8,07	13,85
Fact. 2		136	20,15	20,43	1,75	0	80	16,68	23,61
Fact. 3		136	11,85	18,29	1,56	0	100	8,74	14,95

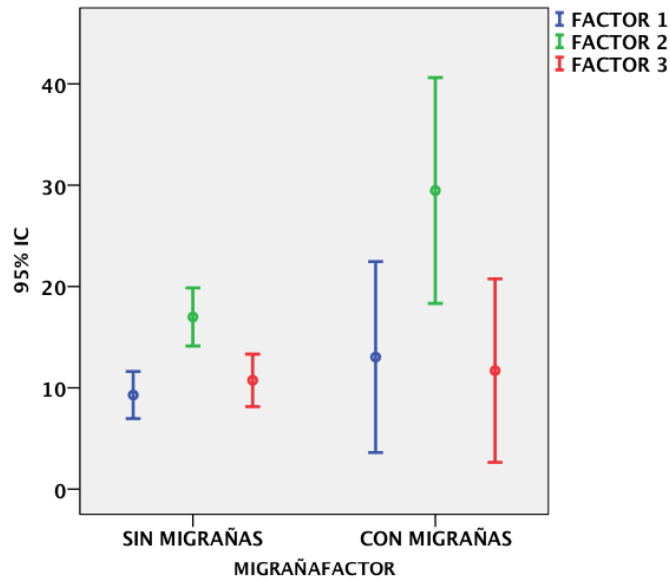
Tabla 11. Análisis descriptivo de los factores del cuestionario de incomodidad visual en función del sexo.



Gráfica 6. Distribución de los tres factores del cuestionario de incomodidad visual en función del sexo.

DESCRIPTIVO DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL GRUPO MIGRAÑA									
		N	\bar{x}	Sd	SE	Rango		Intervalo de confianza para la media al 95%	
						min	Max	Limite Inf.	Limite Sup.
Fact. 1	SIN	162	9,29	14,99	1,17	0	95	6,96	11,61
Fact. 2		162	17,00	18,47	1,45	0	80	14,13	19,86
Fact. 3		162	10,73	16,70	1,31	0	100	8,14	13,33
Fact. 1	CON	19	13,30	19,55	4,48	0	62	3,61	22,46
Fact. 2		19	29,47	23,12	5,30	0	80	18,33	40,62
Fact. 3		19	11,70	18,78	4,30	0	67	2,64	20,75

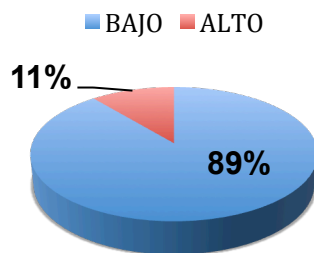
Tabla 12. Análisis descriptivo de los factores del cuestionario de incomodidad visual en función de la existencia de migraña.



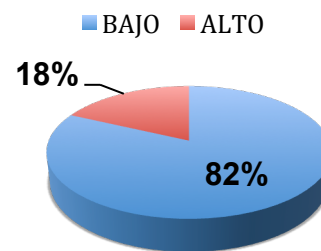
Gráfica 7. Distribución de los factores del cuestionario de incomodidad visual en función de la existencia de migraña.

La gráfica 8 muestra la distribución de los tres factores del cuestionario de incomodidad visual siguiendo el criterio de Borsting (Borsting et al., 2007), en función de los grupos de baja incomodidad (media+1 SD) y alta incomodidad (> puntuación media +1 SD). Esto permite apreciar cómo se distribuye la severidad de los síntomas de incomodidad visual en función de los factores del cuestionario.

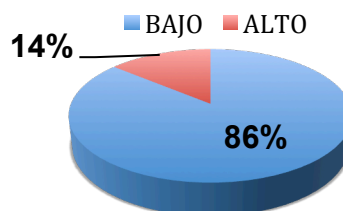
Distribución del factor 1 (movimiento del texto/desvanecimiento)



Distribución del factor 2 (dolor de cabeza/irritación ocular)



Distribución del factor 3 (borrosidad/diplopía)



Gráfica 8. Distribución de los tres factores del cuestionario de incomodidad visual utilizando el criterio de Borsting (Borsting et al., 2007) para el total de la muestra.

Según los resultados obtenidos se observa que el 11% de la muestra presenta una incomodidad visual alta para el factor 1, el 18% de la muestra para el factor 2 y el 14% para el factor 3. Debido a que el factor 2 está relacionado con dolores de cabeza se comprobó también como se distribuía la incomodidad visual al excluir el grupo de migrañas y se obtuvo un resultado similar, ya que un 16% de la muestra presentaba alta incomodidad visual y un 84% baja para el factor 2.

5.2.2.2 Comparación de medias según el sexo y la existencia de migraña

La tabla 13 muestra los resultados de la diferencia entre las medias de los tres factores del cuestionario en función del sexo y la existencia de migraña:

		DIFERENCIA DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA SEXO Y MIGRAÑAS							
		N	\bar{x}	Dif. X	SE de la Dif.	t	p	Intervalo confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Factor 1 SEXO	H	45	5,82	-5,13	2,64	-1,94	0,05	-10,363	0,000
	M	136	10,96						
Factor 2 SEXO	H	45	12,74	-7,40	3,28	-2,25	0,02	-13,891	-0,922
	M	136	20,15						
Factor 3 SEXO	H	45	7,78	-4,06	2,89	-1,40	0,16	-9,783	1,646
	M	136	11,85						
Factor 1 MIGRAÑA	SIN	162	9,29	-3,74	3,76	-0,99	0,32	-11,160	3,679
	CON	19	13,03						
Factor 2 MIGRAÑA	SIN	162	17,00	-12,47	4,60	-2,70	<0,01	-21,560	-3,390
	CON	19	29,47						
Factor 3 MIGRAÑA	SIN	162	10,73	-0,96	4,10	-0,23	0,81	-9,060	7,139
	CON	19	11,70						

Tabla 13. Comparación de las medias de los 3 factores del cuestionario en función del sexo y la existencia de migraña.

Los resultados obtenidos nos indican que:

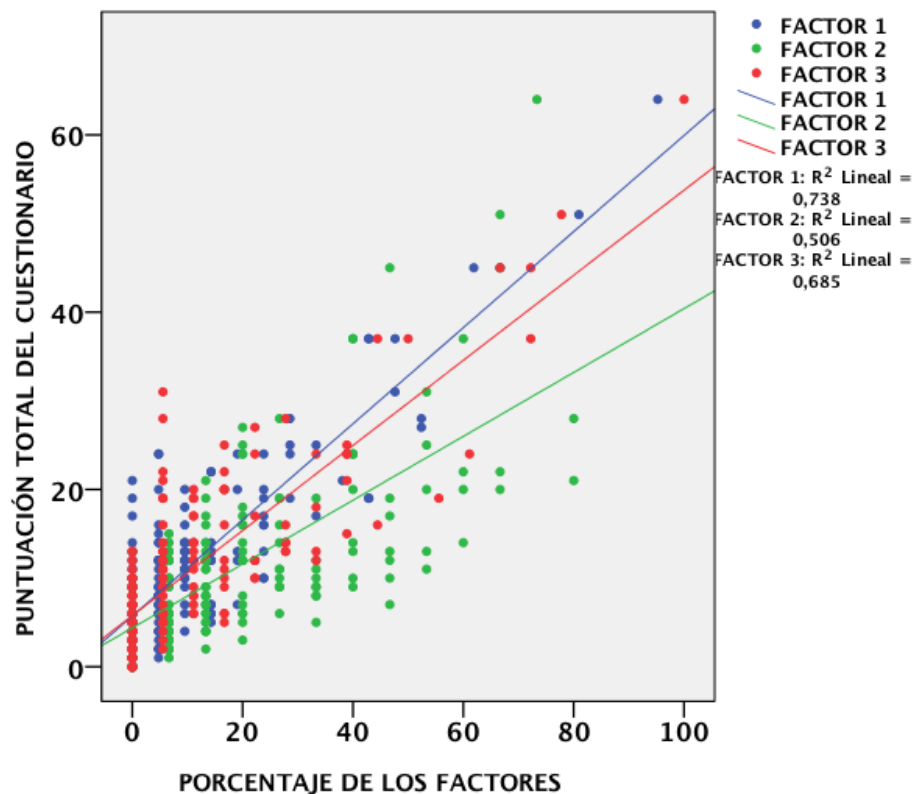
1. El factor 1, relacionado con la percepción de distorsiones del texto y/o desvanecimiento, es mayor para las mujeres que hombres, con un valor p al límite de la significancia ($p=0,05$).
2. El factor 2, relacionado con dolores de cabeza y/o irritación ocular, es significativamente mayor para las mujeres que para los hombres ($p=0,02$). Además en el grupo de migrañas, como se anticipaba, también es estadísticamente significativo ($p<0,01$). Cabe destacar que en el grupo con migraña hay mayor número de mujeres que de hombres, lo que podría haber influido en el resultado por sexo. Por este motivo se repitió el análisis para el factor 2 excluyendo los casos con migraña ($N=19$) y se obtuvo que las diferencias entre hombres y mujeres para este factor, relacionado con el dolor de cabeza, dejaban de ser estadísticamente significativas ($p=0,06$).
3. El factor 3, relacionado con síntomas vinculados a disfunciones binoculares y acomodativas, no muestra diferencias significativas tanto para el grupo sexo como para la existencia de migraña.

5.2.2.3 Estudio de las correlaciones

Los resultados obtenidos del análisis de correlación de la puntuación total y de los distintos factores del cuestionario para toda la muestra se observan en la tabla 14 y la gráfica 9. El análisis de correlación se realizó utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LA PUNTUACIÓN TOTAL Y DE LOS TRES FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA TODA LA MUESTRA				
	Puntuación total del cuestionario	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Puntuación total del cuestionario		$r=0,859$ $p<0,01$	$r=0,711$ $p<0,01$	$r=0,828$ $p<0,01$
Factor 1			$r=0,460$ $p<0,01$	$r=0,660$ $p<0,01$
Factor 2				$r=0,461$ $p<0,01$
Factor 3				

Tabla 14. Análisis de correlación entre la puntuación total y los distintos factores del cuestionario para toda la muestra.



Gráfica 9. Correlación de los tres factores estudiados con la puntuación total del cuestionario para la totalidad de la muestra.

Se observa que los tres factores, o grupos de preguntas asociadas (ver 5.2.2.) estudiados tienen una alta correlación con la puntuación total del cuestionario, tal y como era de esperar. Por otra parte, la correlación entre los tres factores es inferior lo que indica que no están evaluando exactamente la misma incomodidad. Destaca el factor 2 (relacionado con el dolor de cabeza e irritación ocular) que presenta la menor correlación ($R^2=0.506$), con la puntuación total del cuestionario.

Resultados análogos se obtienen al realizar el estudio de correlación de los factores con la puntuación total del cuestionario en función del sexo y la migraña (ver anexo 1, tablas 5, 6, 7 y 8).

5.3 PATTERN GLARE TEST

Los resultados del Pattern Glare Test se han estudiado mediante el análisis de los datos de los 3 patrones de franjas (0.5, 3 y 12 ciclos por grado, cpg) presentados a los sujetos de la muestra y según las siguientes variables:

1. El número de síntomas o distorsiones observadas para cada patrón de franjas (P1, P2, P3).
2. La diferencia en el número de síntomas o distorsiones entre el patrón 2 y 3 (Sint. P2-P3).
3. La severidad de los síntomas para P2 y P3.
4. La diferencia entre la severidad de los síntomas para el patrón 2 y 3 (Sev. P2-P3).

Además, estos resultados han sido comparados en función del sexo y la existencia de migraña.

5.3.1 ANÁLISIS DE LA PUNTUACIÓN DEL PATTERN GLARE TEST

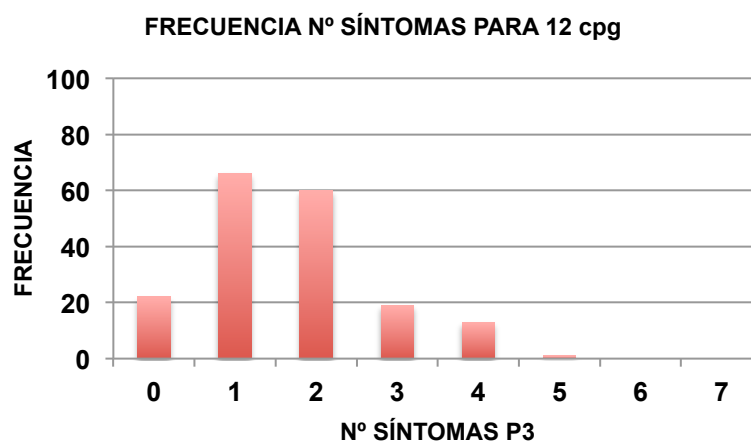
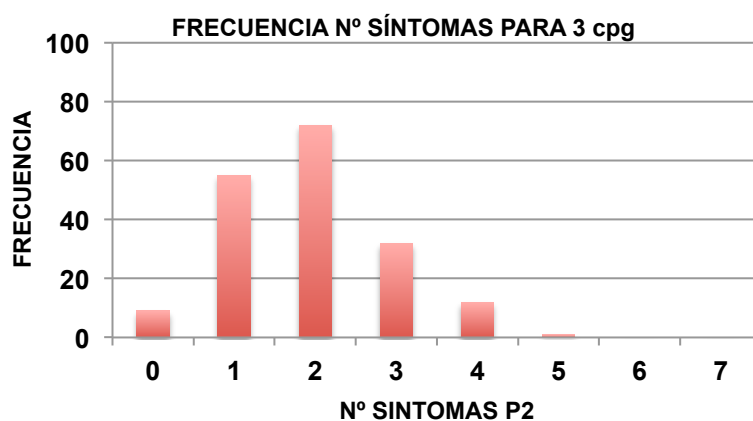
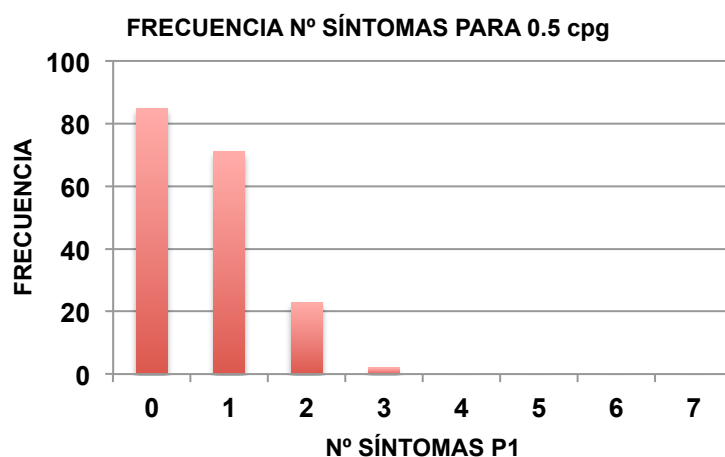
5.3.1.1 Análisis descriptivo

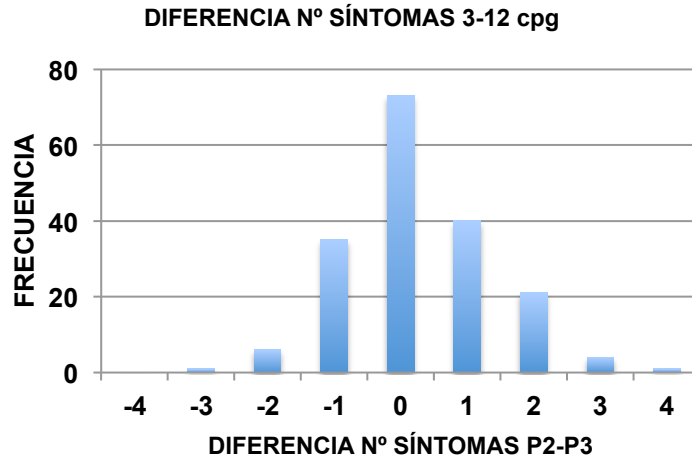
La tabla 15 presenta los resultados descriptivos de las variables indicadas en el punto 5.3 que han servido para el análisis de los resultados del Pattern Glare Test.

DESCRIPTIVO DE LOS SÍNTOMAS Y SEVERIDAD DEL PATTERN GLARE TEST PARA LA TOTALIDAD DE LA MUESTRA													
	N	\bar{x}	Sd	SE	Rango		Percentiles						
					min	Max	5	15	25	50	75	85	95
Sint. P1	181	0,68	0,736	0,055	0	3	0	0	0	1	1	1	2
Sint. P2	181	1,92	0,997	0,074	0	5	0	1	1	2	2,5	3	4
Seve. P2	181	4,65	2,073	0,154	1	9	2	2	3	5	6	7	8
Sint. P3	181	1,66	1,087	0,081	0	5	0	1	1	2	2	3	4
Seve. P3	181	4,51	2,162	0,161	1	9	1	2	3	5	6	7	8
P2-P3	181	0,27	1,134	0,084	-3	4	-1	-1	0	0	1	1	2
Seve. P2-P3	181	0,14	1,879	0,140	-5	7	-3	-2	-1	0	1	2	3

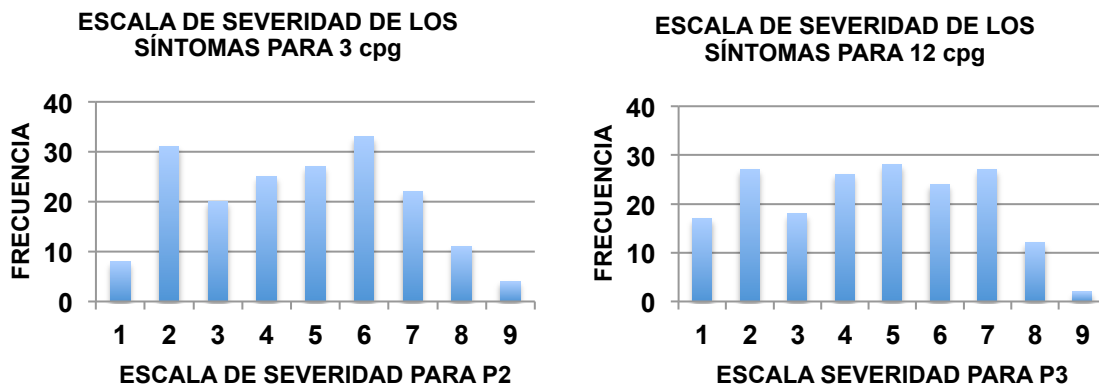
Tabla 15. Análisis descriptivo del número de síntomas o distorsiones observadas y la severidad de dichos síntomas para la muestra estudiada, al presentar los patrones de franjas de 0.5 cpg (P1), 3 cpg (P2) y 12 cpg (P3).

A continuación se presenta la gráfica 10 con la distribución de la muestra total para el número de síntomas o distorsiones observadas en los patrones 1, 2 y 3 (de 0.5, 3 y 12 cpg) y la gráfica de la diferencia en el número de síntomas entre los patrones 2 y 3 (Sínt. P2-P3). En la gráfica 11 y 12 se presenta la frecuencia de distribución en función de la severidad de los síntomas y la diferencia existente entre el patrón 2 y 3.

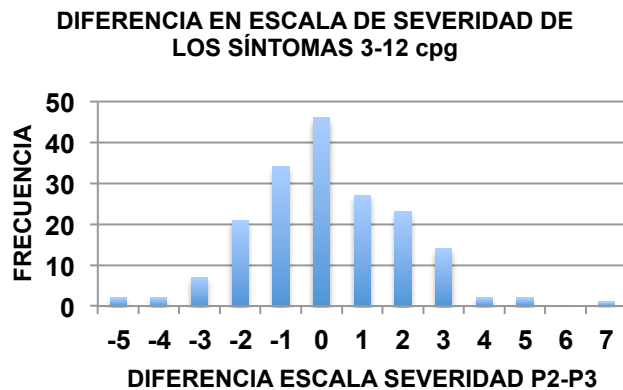




Gráfica 10. Frecuencia de distribución del número de síntomas o distorsiones observadas en los patrones 1, 2 y 3 (0.5, 3, 12 cpg) del Pattern Glare, así como para la diferencia en el número de síntomas entre el patrón 2 y patrón 3 (3 cpg – 12 cpg) para la muestra estudiada (N=181).



Gráfica 11. Frecuencia en la escala de severidad de los síntomas o distorsiones observadas con el Pattern Glare para los patrones 2 y 3 (3 y 12 cpg) para la muestra estudiada (N= 181).



Gráfica 12. Frecuencia de la distribución en la diferencia entre el patrón 2 y patrón 3 (3-12 cpg) para la escala de severidad de los síntomas o distorsiones observadas con el Pattern Glare (N=181).

El análisis descriptivo según el sexo y la existencia de migraña no arroja información relevante ya que no se observan resultados diferentes a los que se desprenden del análisis de la totalidad de la muestra (ver anexo 1).

5.3.1.2 Comparación de medias en función del sexo y la existencia de migraña

La tabla 16 presenta la comparación de las medias de las variables estudiadas con el Pattern Glare (5.3) en función del sexo.

		DIFERENCIA DE N° Y SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS PARA EL GRUPO SEXO							
		N	\bar{x}	Dif. X	SE de la Dif	t	p	Intervalo confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
N° P1	H	45	0,64	-0,04	0,12	-0,36	0,71	-0,29	0,20
	M	136	0,69						
N° P2	H	45	1,89	-0,04	0,17	-0,26	0,79	-0,38	0,29
	M	136	1,93						
Seve. P2	H	45	4,33	-0,41	0,35	-1,17	0,24	-1,11	0,28
	M	136	4,75						
N° P3	H	45	1,44	-0,28	0,18	-1,52	0,13	-0,65	0,08
	M	136	1,73						
Seve. P3	H	45	3,62	-1,17	0,36	-3,25	<0,01	-1,89	-0,46
	M	136	4,80						
N° P2-P3	H	45	0,44	0,23	0,19	1,22	0,22	-0,14	0,62
	M	136	0,21						
Seve. P2-P3	H	45	0,71	0,76	0,31	2,39	0,01	0,13	1,39
	M	136	-0,05						

Tabla 16. Comparación de las medias para el número y severidad de los síntomas obtenidos en el Pattern Glare para el grupo sexo. Comparación de las diferencias entre el patrón 2 y 3 en el número y severidad de los síntomas para el grupo sexo.

Del análisis de estas diferencias de la tabla 16 se observa que:

- No existen diferencias significativas en el número de síntomas o distorsiones observadas con ninguno de los patrones de franjas (0.5, 3, 12 cpg) entre hombres y mujeres.
- Se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$) para la severidad de los síntomas del patrón 3 (12 cpg) que provoca una mayor sensación de incomodidad visual en mujeres que en hombres.
- Así mismo, la diferencia en la severidad de los síntomas o distorsiones observadas entre el patrón 2 (3 cpg) y el patrón 3 (12 cpg) es significativamente menor en mujeres.

En la tabla 17 se presentan las diferencias de medias de las mismas variables anteriores en función de la existencia de migraña.

		DIFERENCIA DE N° Y SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS PARA EL GRUPO MIGRAÑAS							
		N	\bar{x}	Dif. X	SE de la Dif	t	p	Intervalo confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
N° P1	SIN	162	0,65	-0,24	0,17	-1,35	0,17	-0,59	0,11
	CON	19	0,89						
N° P2	SIN	162	1,91	-0,14	0,24	-0,60	0,55	-0,62	0,33
	CON	19	2,05						
Seve. P2	SIN	162	4,63	-0,16	0,50	-0,31	0,75	-1,15	0,83
	CON	19	4,79						
N° P3	SIN	162	1,62	-0,32	0,26	-1,23	0,22	-0,84	0,19
	CON	19	1,95						
Seve. P3	SIN	162	4,43	-0,72	0,52	-1,38	0,16	-1,75	0,30
	CON	19	5,16						
N° P2-P3	SIN	162	0,28	0,17	0,27	0,64	0,51	-0,36	0,72
	CON	19	0,11						
Seve. P2-P3	SIN	162	0,20	0,56	0,45	1,24	0,21	-0,33	1,46
	CON	19	-0,37						

Tabla 17. Comparación de las medias para el número y severidad de los síntomas obtenidos en el Pattern Glare para el grupo de migrañas. Comparación de las diferencias entre el patrón 2 y 3 en el número y severidad de los síntomas para el grupo migrañas.

Tras analizar los resultados en función de la existencia de migraña no se observan diferencias significativas para el número y la severidad de los síntomas del Pattern Glare en ningún caso.

5.3.1.3 Número y severidad de los síntomas

Durante la evaluación con el Pattern Glare se han obtenido respuestas referentes tanto al número de síntomas o distorsiones observadas mediante los patrones 2 y 3 (3 y 12 cpg), como de la severidad de los mismos. A continuación se lleva a cabo un estudio de la concordancia entre las diferencias de dichos patrones.

		RELACIÓN DE LA DIFERENCIA N° Y SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS ENTRE PATRÓN 3 Y 12 CPG	
		Diferencia del número síntomas patrón 3 – 12 cpg	
		Baja	Alta
Diferencia en severidad de síntomas patrón 3 – 12 cpg	Baja	145 (80,1%)	17 (9,4%)
	Alta	10 (5,5%)	9 (5,0%)

Tabla 18. Relación entre la diferencia en el número y severidad de los síntomas del patrón 2 - patrón 3(3-12 cpg) para la totalidad de la muestra.

De la tabla 18 se observa que 145 sujetos que representan el 80,1% de la muestra total, presentan una diferencia tanto para el número como para la severidad de los síntomas entre el patrón 2 y 3 baja, lo que les clasifica como sujetos no susceptibles al patrón de franjas. Por otro lado, se observa que 9 sujetos que representan un 5% de la totalidad de la muestra presentan valores altos en la diferencia entre el número y severidad de síntomas para los dos patrones, lo que los clasifica como individuos con alta sensibilidad al patrón de franjas.

A continuación se repite el mismo análisis para obtener la concordancia entre el número y severidad de los síntomas del patrón 2:

RELACIÓN DEL N° Y SEVERIDAD DE LOS SÍNTOMAS DEL PATRÓN 3 CPG			
Número síntomas del patrón 3 cpg			
		Bajo	Alto
Severidad de los síntomas del patrón 3 cpg	Baja	155 (86,2%)	10 (5,5%)
	Alta	12 (6,6%)	3 (1,7%)

Tabla 19. Relación entre el número y severidad de los síntomas para la totalidad de la muestra.

En la tabla 19 se puede observar que 155 sujetos que corresponden al 86,2 % de la muestra total, presentan valores bajos en el número y severidad de los síntomas en el patrón de 3 cpg. Sin embargo, los sujetos que presentan valores altos en el número y severidad de los síntomas representan sólo el 1,7% (3 sujetos).

5.3.2 ESTUDIO DE VALORES NORMATIVOS

En el estudio realizado por Evans y Stevenson (2008) sobre la determinación de los valores normativos del Pattern Glare Test utilizan el percentil 95% para definir los valores que pueden ser indicadores de un mayor estrés visual. Los resultados que obtienen les llevan a recomendar como el mejor criterio pasa-falla un valor ≥ 1 para la diferencia en el número de síntomas entre el patrón de 3 cpg y 12 cpg y ≥ 4 para el número de síntomas del patrón de 3 cpg.

A continuación se ha utilizado el criterio del percentil 95 para definir los valores que pueden ser indicadores de un mayor estrés visual, tal como se hizo en el estudio de Evans y Stevenson (2008) con el objetivo de comparar nuestros resultados con los de dicho estudio, tanto para el número de síntomas o distorsiones como para la severidad de los síntomas.

Para estas condiciones (resultado mayor o igual al percentil 95), tal y como se desprende de los resultados que se muestran en la tabla 16, obtenemos que:

- El número de síntomas o distorsiones observadas con el patrón 2 (3 cpg) es ≥ 4 .
- El valor de severidad de los síntomas o distorsiones observadas con el patrón 2 (3 cpg) es ≥ 8 .
- La diferencia en el número de síntomas entre el patrón 2 (3 cpg) y 3 (12 cpg) es ≥ 2 .
- La diferencia en el valor de severidad de los síntomas entre el patrón 2 (3 cpg) y 3 (12 cpg) es ≥ 3 .

5.4 LUCID ViSS

Para analizar los resultados del Lucid ViSS en primer lugar se ha realizado un análisis descriptivo de la muestra y luego una comparación en función del sexo y la existencia de migraña. Los valores registrados por el programa y que más tarde se extraían se encontraban en centisegundos (cs), de manera que los resultados que se muestran a continuación se encuentran en la misma unidad de tiempo.

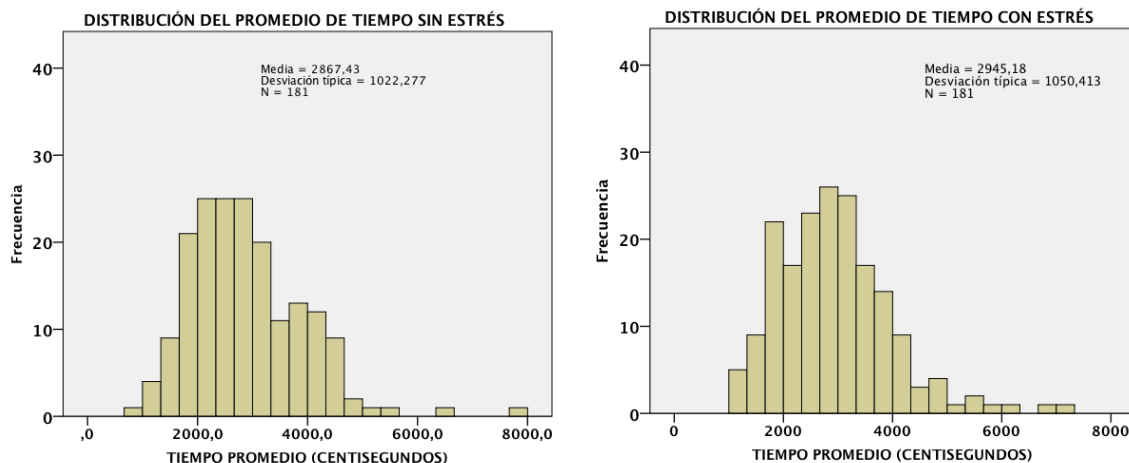
5.4.1 ANÁLISIS DEL TIEMPO DEL LUCID ViSS

5.4.1.1 Análisis descriptivo

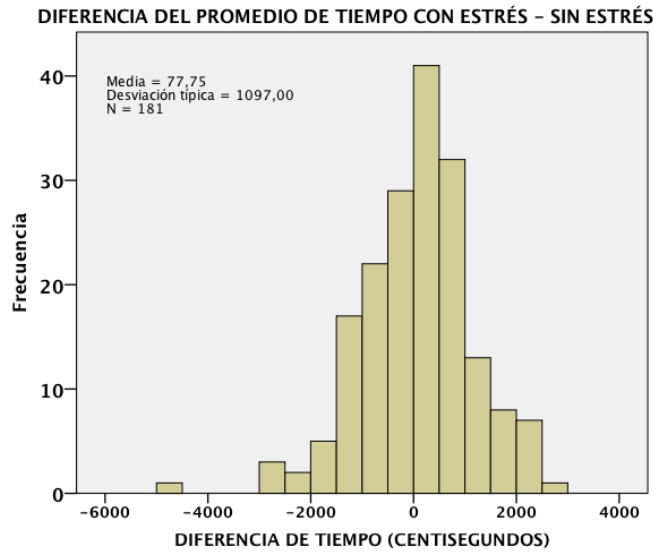
La tabla 20 y las gráficas 13 y 14 muestran el análisis descriptivo del tiempo registrado en cada parte de la prueba, sin la presencia de estrés visual (Se), con estrés visual (Ce). Así mismo, se muestran los resultados de la diferencia entre ambas (Ce-Se).

DESCRIPTIVO DEL TIEMPO PARA EL LUCID ViSS									
		SIN ESTRÉS		CON ESTRÉS		CON ESTRÉS-SIN ESTRÉS		Intervalo de confianza al 95% de la diferencia	
		\bar{x}	Sd	\bar{x}	Sd	\bar{x}	Sd	SE	
Totalidad		2876,42	1022,27	2945,18	1050,41	77,75	1069,99	81,53	-83,14 238,64
Sexos	H	2690,14	885,61	2815,60	1114,18	125,45	1045,25	155,81	-188,57 439,48
	M	2926,08	1060,10	2988,05	1029,12	61,96	1116,88	95,77	-127,43 251,37
Migrañas	SIN	2881,36	1051,05	2956,38	1071,30	75,02	1114,18	87,53	-97,84 247,89
	CON	2748,63	743,5	2849,63	870,32	101,00	964,24	221,21	-363,74 565,75

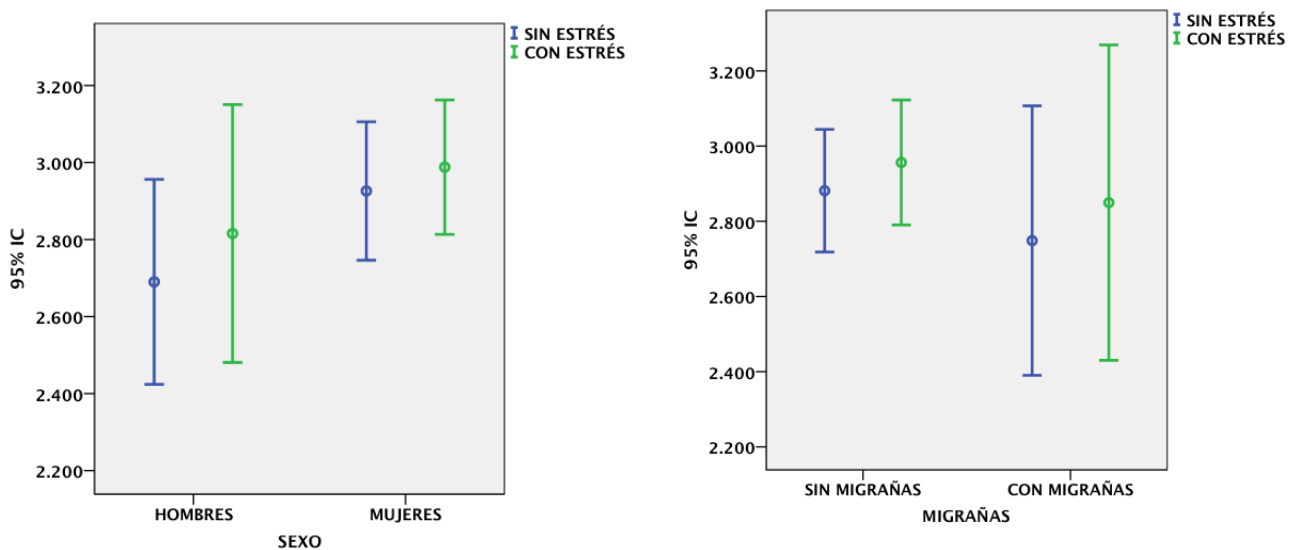
Tabla 20. Análisis descriptivo del tiempo promedio registrado para la prueba del Lucid ViSS en la muestra examinada.



Gráfica 13. Distribución del tiempo promedio empleado para las pruebas sin y con estrés para la muestra estudiada.



Gráfica 14. Distribución de la diferencia del tiempo promedio entre las pruebas con estrés visual y estrés visual.



Gráfica 15. Distribución del promedio de tiempo de las pruebas sin estrés y con estrés para los grupos sexo y migrañas.

Como se observa en la tabla 20, la diferencia entre el tiempo registrado con y sin estrés es superior para los hombres. En el caso de la migraña, la diferencia entre el tiempo registrado con y sin estrés es mayor en el grupo con migrañas.

5.4.1.2 Comparación de medias en función del sexo y de la existencia de migraña

En la tabla 21 se muestran las diferencia entre las medias en función del sexo y de la existencia de migraña:

			DIFERENCIA DE TIEMPOS DEL LUCID VISS PARA SEXO Y MIGRAÑAS							
			N	\bar{x}	Dif. X	SE de la Dif.	t	p	Intervalo confianza para la diferencia	
SIN ESTRÉS	Sexo	H	45	2690,14	-235,93	175,41	-1,34	0,18	Inferior	Superior
		M	136	2926,08					-582,07	110,20
	Migrañas	SIN	162	2881,36	132,73	248,39	0,53	0,59	-357,42	622,88
		CON	19	2748,63						
CON ESTRÉS	Sexo	H	45	2815,60	-172,45	180,68	-0,95	0,34	-529,00	184,10
		M	136	2988,05						
	Migrañas	SIN	162	2956,38	106,75	255,30	0,41	0,67	-397,04	610,55
		CON	19	2849,63						
DIFERENCIA (Ce-Se)	Sexo	H	45	77,75	63,48	189,12	0,33	0,73	-309,70	436,68
		M	136	125,45						
	Migrañas	SIN	162	61,96	-25,97	266,75	-0,09	0,92	-552,36	500,40
		CON	19	75,02						

Tabla 21. Comparación de las medias para los tiempos del Lucid ViSS para los grupos de sexo y migrañas.

Como se puede observar no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los resultados al comparar los tiempos medios del programa Lucid ViSS en función del sexo y de la existencia de migraña.

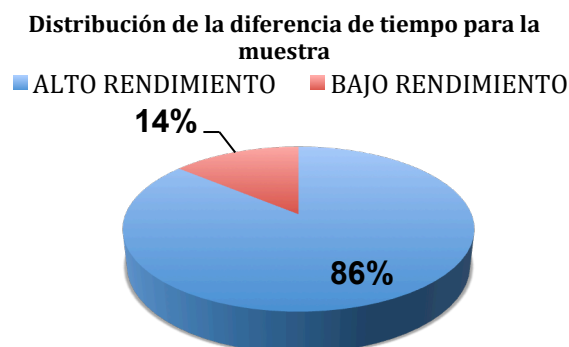
5.4.2 VALORES NORMATIVOS

Con el objetivo de identificar a los individuos susceptibles de padecer estrés visual se aplicó un criterio para determinar a los sujetos que presenten una menor eficacia en la tarea de búsqueda visual.

Puesto que las variables del estudio se obtienen en centisegundos se propone el mismo criterio utilizado en el cuestionario para clasificar a los individuos:

- Grupo de mayor eficacia en la búsqueda visual: media del valor Ce-Se + 1 SD.
- Grupo de menor eficacia en la búsqueda visual: \geq media del valor Ce-Se + 1 SD.

En la gráfica 16 se aprecia como se distribuye la muestra estudiada al aplicar dicho criterio.



Gráfica 16. Distribución de la diferencia de las medias de tiempo con y sin estrés para la totalidad de la muestra según el criterio propuesto.

5.5 CONCORDANCIA DE RESULTADOS ENTRE MÉTODOS DE DETECCIÓN

El objetivo de los métodos empleados en este estudio es valorar el estrés o incomodidad visual con diferentes técnicas. Con el objetivo de analizar la relación que existe entre ellas sin que los resultados se vean interferidos por la variable migrañas, se ha excluido a dichos sujetos (N=19) del siguiente análisis.

Los criterios utilizados para clasificar a los sujetos del estudio en las tres pruebas son:

1. Cuestionario: Factor 1, Factor 2 y Factor 3.
2. *Pattern Glare*: N° sínt. P2 (3cpg), Severidad sínt. P2 (3cpg), Dif. N° sínt. P2- P3 (3-12 cpg) y Dif. Severidad sínt. P2-P3 (3-12 cpg).
3. Lucid ViSS: Registro sin estrés, con estrés y (con estrés- sin estrés).

		CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN PARA LOS MÉTODOS DE DETECCIÓN DEL ESTRÉS VISUAL	
		BAJA INCOMODIDAD	ALTA INCOMODIDAD
Cuestionario	Cuestionario Factor 1 del cuestionario Factor 2 del cuestionario Factor 3 del cuestionario	$< \bar{x} + sd$	$\geq \bar{x} + sd$
Pattern Glare Test	N° síntomas P. 3 cpg Severidad síntomas P. 3 cpg Dif. n° síntomas P. 3-12 cpg Dif. severidad síntomas P.3-12 cpg	<Percentil 95	\geq Percentil 95
Lucid ViSS	Con estrés- sin estrés	$< \bar{x} + sd$	$\geq \bar{x} + sd$

Tabla 22. Criterios de clasificación de los diferentes métodos de detección del estrés o incomodidad visual.

En este análisis se ha considerado al cuestionario y sus factores como el método estándar de valoración de la incomodidad visual que mayor y mejor información aporta al respecto. Por lo tanto, el cuestionario será el método con el que se compararán los resultados de los distintos criterios diagnósticos utilizados en cada una de las pruebas.

Las tablas 23, 24 y 25 muestran los resultados de la significación en la prueba chi-cuadrado tanto para el cuestionario y el *Pattern Glare Test* como para el Lucid ViSS.

CONCORDANCIA DE RESULTADOS ENTRE CUESTIONARIO Y PATTERN GLARE PRUEBA CHI-CUADRADO				
<i>p</i>	Cuestionario	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Nº sínt. P 2 (3 cpg)	0,77	0,98	0,29	0,69
Seve. sínt. P2 (3 cpg)	<0,01	<0,01	0,03	0,01
Dif. nº sínt. P2-P3(3-12 cpg)	0,62	0,38	0,15	0,41
Dif. seve. sínt. P2-P3(3-12 cpg)	0,99	0,70	0,85	0,66

Tabla 23. Concordancia de resultados entre el cuestionario de incomodidad visual y el *Pattern Glare Test*, para la totalidad de la muestra (excluido el grupo de migrañas). Prueba de independencia chi-cuadrado

Al analizar los resultados de la tabla 23 se observa que tanto para el número de síntomas del patrón 2 (3 cpg) como para la diferencia del número y severidad de los síntomas entre el patrón 2 y 3 (3-12 cpg) no se encuentra relación con la puntuación total del cuestionario o con los factores del cuestionario.

Por otra parte, se observa que existe concordancia para la severidad de los síntomas del patrón 3 cpg respecto al cuestionario y sus factores. Los valores de significación (*p*) entre ambas variables son <0,05 pudiendo decir que existe una asociación entre ellas.

La tabla 24 muestra los resultados en la significación de la prueba chi-cuadrado entre el cuestionario y el Lucid ViSS.

CONCORDANCIA DE RESULTADOS ENTRE CUESTIONARIO Y LUCID ViSS PRUEBA CHI-CUADRADO				
<i>p</i>	Cuestionario	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Lucid ViSS	0,83	0,14	0,85	0,63

Tabla 24. Concordancia de resultados entre el cuestionario de incomodidad visual y el Lucid ViSS, para la totalidad de la muestra (excluido el grupo de migrañas). Prueba de independencia chi-cuadrado

Se observa que no existe una asociación entre el Lucid ViSS y el cuestionario de incomodidad visual o cualquiera de sus factores.

La tabla 25 presenta los resultados de la prueba chi-cuadrado entre el Pattern Glare Test y el Lucid ViSS en la que tampoco se observa ninguna asociación entre las variables de dichas pruebas.

CONCORDANCIA DE RESULTADOS ENTRE CUESTIONARIO Y LUCID ViSS PRUEBA CHI-CUADRADO				
<i>p</i>	Nº sínt. P. 3 cpg	Seve. sínt. P.3 cpg	Dif. nº sínt. P.3-12 cpg	Dif. seve. sínt. P.3- 12 cpg
Lucid ViSS	0,16	0,86	0,42	0,29

Tabla 25. Concordancia de resultados entre el *Pattern Glare Test* y el Lucid ViSS, para la totalidad de la muestra (excluido el grupo de migrañas). Prueba de independencia chi-cuadrado

Finalmente, se analizó la concordancia mediante la prueba chi-cuadrado del registro de tiempo sin estrés y con estrés del Lucid ViSS con el cuestionario, los factores del cuestionario y los factores del *Pattern Glare* utilizados en los análisis anteriores. No obteniéndose ninguna asociación entre dichas variables.

5.6 EXAMEN DE LAS HABILIDADES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES

Con el objetivo de estudiar directamente si las disfunciones de la visión binocular tienen un efecto significativo en la sintomatología de la incomodidad visual, se seleccionó a los sujetos según la puntuación del cuestionario de incomodidad visual. El grupo de alta incomodidad visual (puntuación >percentil 85) (N=20) y el grupo de baja incomodidad visual (<percentil 15) (N=21), tal como se describe en el apartado 4.2. En esta sección se comparan los resultados de las distintas pruebas de refracción, binocularidad y acomodación obtenidas del examen visual (ver 4.2.1) realizado a dichos sujetos.

5.6.1 COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE LOS EXÁMENES VISUALES ENTRE GRUPOS DE ALTA Y BAJA INCOMODIDAD VISUAL

La tabla 26 presenta los resultados de los valores medios y su desviación estándar para los grupos de alta y baja incomodidad visual, así como la diferencia entre medias para cada una de las pruebas binoculares y acomodativas de las muestras.

	DIFERENCIA ENTRE BAJA Y ALTA INCOMODIDAD PARA LOS VALORES DEL EXAMEN VISUAL					
	BAJA INCOMODIDAD		ALTA INCOMODIDAD		t	p
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		
RX OD EE (D)	-1,69	2,12	-1,40	2,27	-0,42	0,67
RX OI EE (D)	-1,89	2,25	-1,25	2,22	-0,97	0,33
Foria visión de lejos (Δ)	-0,14	0,47	-0,10	0,44	-0,29	0,76
Foria visión de cerca (Δ)	0,33	4,00	-1,00	4,60	0,99	0,32
Respuesta Ac. NOTT OD (D)	0,23	0,23	0,41	0,28	-2,16	0,03
Respuesta Ac. NOTT OI (D)	0,25	0,22	0,41	0,27	-2,09	0,04
Ruptura CRN (Δ)	16,68	3,68	18,28	4,36	-1,27	0,21
Recuperación CRN (Δ)	12,00	4,71	13,40	4,09	-1,01	0,31
Ruptura CRP (Δ)	28,96	7,88	27,65	8,30	0,52	0,60
Recuperación CRP (Δ)	23,47	9,08	20,70	9,55	0,95	0,34
PPC (cm)	5,94	2,42	5,82	3,01	0,14	0,88
Foria Vertical. (Δ)	-0,02	0,19	-0,05	0,15	0,48	0,63
AA OD (D)	9,88	1,02	9,52	1,44	0,92	0,36
AA OI (D)	10,14	0,66	9,73	1,52	1,11	0,27
Estereopsis (")	22,62	5,15	25,00	8,42	-1,09	0,27
Flexibilidad de Vergencia (cpm)	18,45	5,71	14,42	4,68	2,46	0,01
Flexibilidad Ac. OD (cpm)	14,59	6,38	12,47	5,89	1,10	0,28
Flexibilidad Ac. OI (cpm)	14,95	6,54	12,82	5,98	1,08	0,28
Flexibilidad Ac. AO (cpm)	10,42	5,52	10,32	4,37	0,06	0,94

Tabla 26. Diferencia entre los grupos de baja y alta incomodidad visual para los distintas pruebas acomodativas y binoculares. [RX: refracción; EE: equivalente esférico; CRN: convergencia relativa negativa; CRP: convergencia relativa positiva; PPC: punto próximo de convergencia; AA: amplitud de acomodación; Ac: acomodación; D: dioptrías; Δ : dioptrías prismáticas; cpm: ciclos por minuto; " : segundos de arco]

La comparación de las medias indica que:

- Existe una diferencia estadísticamente significativa en la prueba del retardo acomodativo, tanto para OD como para OI, que no llega a las 0.2 D, lo que tiene una escasa significación clínica.
- Así mismo, la flexibilidad de vergencia presenta valores significativamente superiores en el grupo de baja incomodidad ($p= 0,01$), siendo la diferencia del orden de 4 cpm. Destacar, que el valor de corte pasa/falla para los valores utilizados en este estudio es de 15 cpm. Este valor se ve superado en promedio únicamente por el grupo de baja incomodidad visual.

Para analizar los resultados de la foria asociada se han estudiado las diferencias en la prevalencia, entre los grupos de baja y alta incomodidad visual. Esto es debido a que la foria asociada se ha tratado como una variable dicotómica (0= no existe, 1= existe) debido a que habitualmente presenta una reducida magnitud. La tabla 27 muestra la prevalencia de la foria asociada en los grupos de alta y baja incomodidad.

		PREVALENCIA DE LA FORIA ASOCIADA EN LOS SUBGRUPOS BAJA Y ALTA INCOMODIDAD	
		FORIA ASOCIADA	
		AUSENCIA	PRESENCIA
BAJA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	19 (90,5%)	2 (9,5%)
ALTA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	10 (50,0%)	10 (50,0%)

Tabla 27. Prevalencia de la foria asociada en los subgrupos de baja y alta incomodidad.

En la tabla 27 se observa que el 90,5% de sujetos del grupo de baja incomodidad no presenta foria asociada, pero un 9,5% sí la presenta. Por otra parte, en el grupo de alta incomodidad visual la prevalencia de foria asociada es de un 50%. Tras realizar la prueba chi-cuadrado, para determinarla la relación entre ambas variables, se obtiene que el valor de significación entre ambas es $<0,01$ con lo que se rechaza la hipótesis nula y podemos decir que la prevalencia de foria asociada es significativamente mayor en el grupo de alta incomodidad visual.

5.6.2 COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO

Para un análisis más detallado se ha utilizado la clasificación por factores o grupos de preguntas relacionadas del cuestionario. Seguidamente se estudian las diferencias en los resultados de los distintos exámenes visuales para los grupos de alta y baja incomodidad visual, para cada uno de los factores.

Para el factor 1 (movimiento de texto y/o desvanecimiento) y para el factor 2 (dolor de cabeza y/o irritación ocular) no se ha encontrado diferencias estadísticamente significativas para ninguna habilidad visual estudiada entre los grupos de alto y baja incomodidad visual (ver anexo 1 tablas 18 y 19),

El factor 3 (cuestiones relativas a borrosidad y/o diplopía que se pueden considerar

síntomas propiamente visuales), en cambio, sí muestra diferencias significativas como se aprecia en los resultados de la tabla 28. Tanto para los valores de ruptura como los de recuperación de las reservas de convergencia en visión próxima (ruptura CRP $p=0,03$; recuperación CRP $p=0,02$) son significativamente menores en el grupo con alta incomodidad visual. Por otra parte, también existen diferencias significativas para el valor de la amplitud de acomodación, tanto para el OD como para el OI (OD $p<0,01$; OI $p<0,01$), siendo de 1D menos en el grupo de alta incomodidad visual. Se considera que en ambos casos, dichas diferencias son además clínicamente significativas.

DIFERENCIAS PARA EL FACTOR 3 DE BAJA Y ALTA INCOMODIDAD PARA LOS VALORES DEL EXAMEN VISUAL						
	BAJA INCOMODIDAD		ALTA INCOMODIDAD		t	p
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		
RX OD EE (D)	-1,77	2,24	-0,85	1,87	-1,17	0,24
RX OI EE (D)	-1,86	2,29	-0,62	1,83	-1,54	0,13
Foria visión de lejos (Δ)	-0,16	0,52	0,00	0,00	-0,96	0,33
Foria visión de cerca (Δ)	0,13	3,44	-1,70	6,32	1,17	0,24
Respuesta Ac. NOTT OD (D)	0,30	0,25	0,37	0,31	-0,69	0,49
Respuesta Ac. NOTT OI (D)	0,29	0,24	0,42	0,28	-1,35	0,18
Ruptura CRN (Δ)	17,44	3,95	17,53	4,62	-0,06	0,95
Recuperación CRN (Δ)	12,22	4,54	14,10	3,89	-1,17	0,24
Ruptura CRP (Δ)	29,83	7,04	23,63	9,38	2,23	0,03
Recuperación CRP (Δ)	23,97	8,26	16,36	10,44	2,37	0,02
PPC (cm)	5,76	2,28	6,26	3,81	-0,50	0,61
Foria Vertical. (Δ)	-0,03	0,17	-0,05	0,15	0,27	0,78
AA OD (D)	10,00	1,00	8,79	1,50	2,90	0,00
AA OI (D)	10,30	0,86	8,81	1,31	4,15	0,00
Estereopsis (")	24,19	7,86	22,50	2,63	0,66	0,51
Flexibilidad de Vergencia (cpm)	16,95	5,98	15,05	3,87	0,93	0,35
Flexibilidad Ac. OD (cpm)	13,59	6,27	13,45	6,13	,006	0,94
Flexibilidad Ac. OI (cpm)	14,06	6,44	13,45	6,07	0,26	,079
Flexibilidad Ac. AO (cpm)	10,24	4,94	10,80	5,14	-0,30	0,76

Tabla 28. Diferencia para el factor 3 entre los grupos de baja y alta incomodidad para los distintas pruebas acomodativas y binoculares. [RX: refracción; EE: equivalente esférico; CRN: convergencia relativa negativa; CRP: convergencia relativa positiva; PPC: punto próximo de convergencia; AA: amplitud de acomodación; Ac: acomodación; D: dioptrías; Δ : dioptrías prismáticas; cpm; ciclos por minuto; ": segundos de arco]

Tal como se ha indicado anteriormente, para analizar los resultados de la foria asociada se han estudiado las diferencias en la prevalencia, entre los grupos de baja y alta incomodidad visual para cada uno de los tres factores del cuestionario.

Tanto para el factor 1 como para el factor 3 no se ha encontrado diferencias estadísticamente significativas para la foria asociada entre los grupos de baja y alta incomodidad (ver anexo 1 tablas 20 y 21).

Los resultados para el factor 2 se muestran en la tabla 29:

		PREVALENCIA DE LA FORIA ASOCIADA PARA EL FACTOR 2 EN LOS SUBGRUPOS BAJA Y ALTA INCOMODIDAD	
		FORIA ASOCIADA	
		AUSENCIA	PRESENCIA
BAJA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	22 (88,0%)	3 (12,0%)
ALTA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	7 (43,8%)	9 (56,2%)

Tabla 29. Prevalencia de la foria asociada para el factor 2 en los grupos de baja y alta incomodidad.

Como se observa en la tabla 29 el 88% de los sujetos del grupo de baja incomodidad no presenta foria asociada y sólo 12% la presenta. En el grupo de alta incomodidad visual, en cambio, la prevalencia de foria asociada es de un 56.2%. La prueba chi-cuadrado indica que la prevalencia de la foria asociada, para el factor 2, es significativamente mayor en el grupo de alta incomodidad visual ($p < 0,01$).

5.7 RESUMEN DE RESULTADOS

▪ CUESTIONARIO DE INCOMODIDAD VISUAL

- Al utilizar el cuestionario de incomodidad visual, diseñado por Conlon et al. (1999), con el objetivo de clasificar la incomodidad visual encontramos que:
 - Aplicando el criterio de Conlon et al. (1999), obtenemos que un 93% de los sujetos presenta baja incomodidad visual, un 6% moderada incomodidad y un 1% alta incomodidad.
 - Aplicando el criterio propuesto por Borsting et al. (2007), un 88% de los sujetos presenta baja incomodidad visual y un 12% alta incomodidad visual.
 - Nuestros resultados son más similares a los obtenidos por Borsting et al. (2007) que a los indicados por Conlon et al. (1999).
- La diferencia en la puntuación media del cuestionario entre hombres y mujeres es significativamente mayor en las últimas. Para evitar una posible influencia derivada de la mayor prevalencia de migrañas en mujeres se excluyó a los sujetos con migrañas (Marcus y Soso, 1989; Harle y Evans, 2004).
- El grupo con migrañas presenta una puntuación media en el cuestionario mayor que los sujetos sin migrañas, pero esta diferencia no es significativa estadísticamente.
- El factor 1 del cuestionario, con preguntas relacionadas con la percepción de movimiento de texto y/o desvanecimiento, presenta una puntuación media mayor en mujeres, siendo la diferencia no estadísticamente significativa

5. El factor 2 del cuestionario, con preguntas relacionadas con dolor de cabeza y/o irritación ocular, es el que más contribuye en la puntuación de los síntomas de incomodidad visual, incluso tras excluir a los sujetos que habitualmente sufren migraña. Así mismo, para el factor 2 no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres si se elimina el grupo de sujetos con migrañas, ya que el grupo con migrañas está compuesto en su mayoría por mujeres.
6. El factor 3 del cuestionario, relacionado con los síntomas vinculados a disfunciones binoculares y acomodativas, no presenta diferencias en función del sexo, ni de la existencia de migraña.
7. Los tres factores o conjuntos de preguntas del cuestionario muestran una alta correlación con la puntuación total del cuestionario, tal y como era de esperar.

▪ **PATTERN GLARE TEST**

1. No se obtienen diferencias significativas en el número de síntomas o distorsiones observadas con ninguno de los patrones de franjas (0.5, 3, 12 cpg), entre los subgrupos de hombres y mujeres.
2. Existen diferencias estadísticamente significativas para la severidad de los síntomas apreciados en el patrón 3 (12 cpg) que provoca una mayor sensación de incomodidad visual en mujeres que en hombres. Así mismo, la diferencia en la severidad de los síntomas o distorsiones observadas entre el patrón 2 (3 cpg) y el patrón 3 (12 cpg), es significativamente menor en mujeres.
3. No se observan diferencias significativas, en función de la existencia de migraña, tanto para el número como para la severidad de los síntomas, para ninguno de los patrones (0.5, 3, 12 cpg) presentados.
4. Con el propósito de determinar los valores diagnósticos, y siguiendo el criterio de Evans y Stevenson (2008) de aplicar el percentil 95 como indicador de los casos con mayor estrés visual, se han obtenido los siguientes valores de corte de la muestra estudiada:
 - Número de síntomas o distorsiones observadas con el patrón 2 (3 cpg): ≥ 4 (escala de 0 a 7).
 - Severidad de los síntomas o distorsiones observadas con el patrón 2 (3 cpg): ≥ 8 (de una escala de 1 a 9).
 - La diferencia en el número de síntomas entre el patrón 2 (3 cpg) y el patrón 3 (12 cpg): ≥ 2
 - La diferencia en la severidad de síntomas o distorsiones observadas entre el patrón 2 (3 cpg) y patrón 3 (12 cpg): ≥ 3

▪ **LUCID ViSS**

1. La diferencia de tiempo entre la puntuación con y sin estrés son superiores para los hombres y para los sujetos con migrañas, pero la diferencia no es significativa.
2. Un 14% de los sujetos de la muestra presentan un bajo rendimiento o eficacia en

la búsqueda visual, al usar el criterio $t = (Ce-Se) + 1SD$ descrito en el apartado 5.4.2, para identificar a los individuos susceptibles de padecer estrés visual.

▪ CONCORDANCIA ENTRE MÉTODOS DE DETECCIÓN

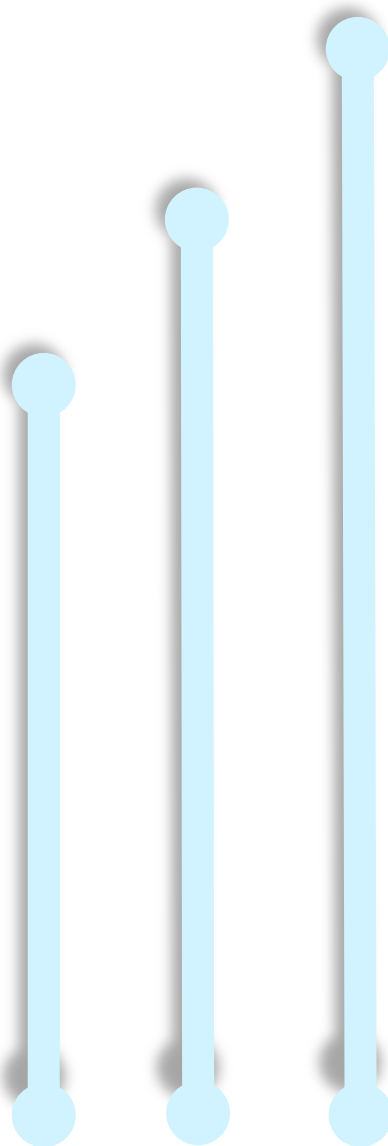
1. Se ha encontrado una concordancia en la valoración de la incomodidad visual entre la severidad de los síntomas o distorsiones observadas con el patrón 2 (3 cpg) del *Pattern Glare Test* y la puntuación total del cuestionario, siendo esta concordancia igual para los tres factores del cuestionario.
2. No existe una asociación entre el Lucid ViSS y la puntuación y los factores del cuestionario. Esta falta de asociación también se observa entre el *Pattern Glare Test* y el Lucid ViSS.

▪ EXAMEN DE LAS HABILIDADES VISUALES

Al analizar las habilidades acomodativas y binoculares en los grupos de baja y alta incomodidad visual se observa que:

1. El retardo acomodativo es significativamente mayor en el grupo de alta incomodidad visual, aunque se considera que tiene una escasa significación clínica.
2. La flexibilidad de vergencia presenta valores significativamente superiores en el grupo de baja incomodidad, siendo la diferencia del orden de 4 cpm que también muestra significación clínica.
3. La prevalencia de foria asociada es significativamente mayor en el grupo de alta incomodidad visual (50%).
4. El factor 3 del cuestionario, cuyas preguntas se relacionan con síntomas de borrosidad y/o diplopía, presenta diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de baja y alta incomodidad en la convergencia relativa positiva y la amplitud de acomodación, siendo menores en el grupo con alta incomodidad visual.
5. La prevalencia de la foria asociada, al analizar el factor 2 (preguntas vinculadas a dolor de cabeza y/o irritación ocular) de forma independiente, es significativamente mayor en el grupo de alta incomodidad visual (56,2%).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES



6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido investigar los diversos métodos de detección del estrés visual, comprobando la concordancia de los resultados de distintas pruebas diseñadas para evaluar dicha experiencia. Así mismo, se ha investigado si las capacidades visuales son significativamente distintas en los grupos de alto y bajo estrés o incomodidad visual, mediante la evaluación de las habilidades acomodativas y binoculares.

CUESTIONARIO

Con el objetivo de clasificar a los sujetos en función de su incomodidad visual se ha utilizado el cuestionario de Conlon *et al.* (1999). Dichos autores proponen una distribución de la sintomatología de la incomodidad visual en función de la puntuación obtenida en dicho cuestionario. Al aplicar este criterio a la muestra del presente estudio nuestros resultados no concuerdan con los de Conlon *et al.* (1999), presentando una menor prevalencia de sujetos con alta incomodidad visual.

Borsting *et al.* (2007) también aplicaron el criterio de Conlon *et al.* (1999), al usar el mismo cuestionario de incomodidad visual, en una muestra de 571 estudiantes universitarios de características similares a las nuestras. Sus resultados también discreparon de los de Conlon de forma parecida a los nuestros. Estos autores sugirieron otro criterio de clasificación, que al ser aplicado a nuestra muestra ofrece prevalencias similares, posiblemente debido a que las características de nuestra muestra son análogas, en cuanto a edad y demandas visuales a las de Borsting *et al.* (2007)..

Al comparar los resultados del presente trabajo, obtenidos de la puntuación del cuestionario, en función del sexo y la existencia de migraña, se encontró que las mujeres mostraban una puntuación media significativamente ($p=0,02$) superior. Esta diferencia fue significativa incluso al excluir a los sujetos con migraña, para evitar su posible influencia, ya que existe una mayor prevalencia de migrañas en mujeres (Marcus y Soso, 1989; Harle y Evans, 2004).

Esta diferencia de incomodidad visual entre hombres y mujeres coincide con los resultados obtenidos por Borsting *et al.* (2007), que indicaron que el grupo de alta incomodidad estaba formado por un mayor número de mujeres. Así mismo, estos resultados también coinciden con otros estudios (Kroenke y Spitzer, 1998; Bingefors y Isacson, 2004) que indican que las mujeres responden con síntomas de mayor severidad o incomodidad en trastornos de carácter general.

Aunque el grupo de sujetos con migraña presenta una puntuación media en el cuestionario mayor que el grupo sin migraña, esta diferencia no es significativa estadísticamente.

En el estudio de los resultados del cuestionario por factores o grupos de preguntas relacionadas, se observa que tanto las cuestiones relacionadas con movimiento de texto y/o desvanecimiento (factor 1), como las relacionadas con diplopía y/o borrosidad (factor 3) no presentan diferencias significativas en función del sexo o la existencia de migraña. En relación a las cuestiones relacionadas con dolor de cabeza y/o irritación ocular (factor 2) se hace patente que están influenciadas por el sexo y la existencia de migraña ya que

presentan una diferencia significativa en función de estos factores. Esto no es sorprendente ya que, de los 19 sujetos con migrañas, 17 eran mujeres.

PATTERN GLARE TEST

Al utilizar el *Pattern Glare Test* en nuestra muestra, se han valorado los resultados tanto en el número de síntomas, tal y como proponen algunos autores (Wilkins y Evans, 2001; Evans y Stevenson, 2008), como en la severidad de los mismos. Tras analizar el número de síntomas de los tres patrones de franjas utilizados se obtiene que el patrón 1 (0,5 cpg) muestra un bajo número de síntomas, siendo por el contrario significativamente mayor en los patrones 2 (3 cpg) y 3 (12 cpg). Resultados similares se han encontrado en otros estudios (Wilkins *et al.* 1984; Evans y Stevenson, 2008).

Al comparar los resultados en función del sexo sólo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la severidad de los síntomas durante la visualización del patrón 3 (12 cpg) entre los hombres y las mujeres. Estas últimas, muestran una mayor molestia o incomodidad. No sabemos con certeza la causa de este resultado pero especulamos que puede deberse a que el patrón 3 (12 cpg) se presenta después del patrón 2 (3 cpg) pudiendo existir un mayor efecto acumulativo en las mujeres a las dos exposiciones, es decir como si el proceso de blanqueo necesario para valorar el patrón 3 no hubiese terminado antes de la siguiente presentación. Consecuentemente se ha puesto de manifiesto que la diferencia entre la severidad de los síntomas del patrón 2 y 3 (3-12 cpg) es menor en las mujeres. Conlon *et al.* (1999) también encontraron una mayor severidad o magnitud en los síntomas indicados por los sujetos con alta incomodidad visual al incrementar la frecuencia espacial del patrón de franjas; no obstante, dicho estudio no analizó la diferencia entre sexos.

Por otra parte, al comparar los sujetos con y sin migrañas no se han encontrado diferencias en ninguna de las variables estudiadas del *Pattern Glare Test*. Estos resultados son contradictorios a los obtenidos por los estudios de Wilkins *et al.* (1984); Harle y Evans (2004) y Marcus y Soso (1989) que encontraron un mayor número de distorsiones al presentar el patrón de franjas (2-4 cpg) en aquellos sujetos que sufrían de migrañas.

Es importante destacar que las diferencias significativas encontradas en la sintomatología entre hombres y mujeres con el patrón 3 (12 cpg) se dan al estudiar la severidad de los síntomas pero no el número de síntomas, variable utilizada hasta el momento en trabajos científicos. Pensamos que la sensación que se produce al visualizar un patrón de franjas, como variable psicofísica, depende de la interpretación de los sujetos. De los resultados obtenidos se desprende que realmente la severidad de síntomas y el número de síntomas miden aspectos distintos de la misma percepción.

Evans y Stevenson (2008) propusieron un criterio de corte para el *Pattern Glare Test*, con el propósito de determinar los valores diagnósticos que pudieran identificar a aquellos sujetos susceptibles de sufrir estrés visual. Al aplicar dichos criterios en nuestro estudio hemos obtenido unos valores similares. El valor de corte para la diferencia en el número de síntomas entre el patrón 2 (3 cpg) y el 3 (12 cpg) es ≥ 2 , mientras que para Evans y Stevenson (2008) fue ≥ 1 , pero para el número de síntomas del patrón 2 (3 cpg) el valor de corte es el mismo (≥ 4). La diferencia encontrada en el primer caso puede tener su explicación en la diferencia en el tamaño de la muestra, ya que su muestra es menor a la nuestra, o en la diferencia de edades entre ambas muestras, participando sujetos más jóvenes en nuestro estudio. De hecho, Evans y Stevenson (2008) estudiaron dos grupos

de edad y observaron que el grupo más joven (10 a 42 años) observaba mayor número de distorsiones que el grupo de mayores (más de 43 años).

LUCID VISS

Se ha utilizado el programa de búsqueda visual, Lucid ViSS, en condiciones con y sin estrés visual. Recordemos que la diferencia entre ambas condiciones es tan sólo la existencia de un patrón de franjas en el fondo de la presentación en la parte de la prueba “con estrés” visual.

No se han encontrado diferencias significativas entre los registros de tiempo con y sin estrés visual. Este hecho se repite para los grupos de sexo y migrañas, entre los que tampoco se obtienen diferencias significativas.

De forma análoga a cómo se ha realizado con los dos métodos de detección de estrés visual anteriores, se ha generado un criterio para identificar a los individuos susceptibles de padecer estrés visual. Con dicho criterio se ha encontrado que un 14% de los sujetos de la muestra revelan un bajo rendimiento o eficacia en tareas de búsqueda visual.

CONCORDANCIA ENTRE PRUEBAS

Uno de los objetivos del trabajo ha sido valorar el posible acuerdo existente entre los resultados de prevalencia de bajo y alto estrés visual para los tres métodos utilizados.

Los resultados de concordancia entre métodos de detección sólo evidencian una relación entre la variable severidad de los síntomas del patrón 2 (3 cpg) y la puntuación total del cuestionario, así como con los tres factores del cuestionario analizados. En la literatura consultada sólo se utiliza el número de síntomas o distorsiones del patrón 2 (3 cpg) como indicador de estrés visual, pero nuestro estudio sugiere que la severidad de los síntomas sería un mejor indicador de la incomodidad visual.

Conlon et al. (1999) realizaron una comparación entre los resultados de la puntuación obtenida con el cuestionario y con el número de síntomas que refirió su muestra al observar un optotipo análogo al patrón 2 del *Pattern Glare Test*, encontrando que los individuos con alta incomodidad visual mostraron un mayor número de síntomas al observar dicho patrón de franjas. La diferencia respecto a los resultados de nuestro estudio podría ser debida al tiempo de presentación del patrón de franjas, ya que en dicho estudio el tiempo de visualización fue de 60 segundos, mientras que en el nuestro ha sido de 10 segundos. El tiempo específico de visualización de cada patrón de franjas (*Pattern Glare Test*) parece estar poco definido ya que aunque las instrucciones del Pattern Glare Test recomiendan una visualización de cada patrón de 5 segundos, uno de los autores de su diseño nos recomendó su observación durante 10 segundos basándose en su experiencia clínica.

Señalar que los resultados obtenidos con el Lucid ViSS no están relacionados con ninguna de las variables del *Pattern Glare Test*, ni del cuestionario. Esto sugiere que en la tarea de rastreo visual, que valora esta prueba, intervienen otros factores como son la resistencia a la fatiga durante la prueba, las estrategias de búsqueda empleadas por los sujetos y la experiencia previa en tareas de búsqueda visual. Nuestros resultados difieren de los obtenidos por Singleton y Henderson (autores de la patente del Lucid ViSS) (Singleton y Henderson, 2007) que encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar dos grupos con baja y alta incomodidad visual.

EXAMEN DE LAS HABILIDADES VISUALES

Una vez seleccionados los sujetos con baja y alta incomodidad visual, según apartado 5.6, y con el propósito de determinar la existencia de diferencias en los resultados de los exámenes visuales entre dichos grupos, se procedió a la comparación de las habilidades binoculares y acomodativas de ambos grupos.

La comparativa entre los resultados obtenidos para los grupos de baja y alta incomodidad visual en las diversas pruebas acomodativas y binoculares muestra un retardo acomodativo significativamente mayor en los sujetos con alta incomodidad. Un resultado similar fue observado por Chase et al. (2009) al evaluar de forma objetiva la función estímulo-respuesta acomodativa de sujetos con alta incomodidad visual. Sus resultados muestra una correlación entre el retardo acomodativo y los síntomas valorados mediante el cuestionario, observando un incremento de los síntomas a medida que aumenta el retardo acomodativo.

Así mismo, se observa que la flexibilidad de vergencia media del grupo de alta incomodidad es 4 ciclos por minuto (cpm) inferior a la del grupo de baja incomodidad, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Resultados similares se obtuvieron en el estudio de Gall et al. (1998).

Al analizar los resultados de la foria asociada entre ambos grupo encontramos que un 50% de los sujetos con alta incomodidad presenta foria asociada (horizontal o vertical) frente a un 9,5% de sujetos en el grupo de baja incomodidad visual. Estos resultados coinciden con los de Yekta *et al.* (1989) que obtienen una mayor prevalencia de foria asociada en sujetos que presentaban alto estrés visual. Se ha sugerido en la literatura que la existencia de la foria asociada es un signo de estrés visual en la visión binocular (Pickwell et al. 1987; Yekta et al. 1989).

Así mismo, los resultados de las pruebas de acomodación y binocularidad también fueron analizados en relación a los factores o grupos de preguntas afines del cuestionario. El análisis mostró que tanto para el factor 1 (movimiento de texto y/o desvanecimiento) como para el factor 2 (dolor de cabeza y/o irritación ocular) no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de alta y baja incomodidad visual para ninguna de las pruebas del examen visual. Sin embargo, para el factor 3 (diplopía y/o borrosidad) la amplitud de acomodación y la ruptura y recuperación de la convergencia relativa positiva fueron significativamente diferentes en dichos grupos. Además se encontró que esta diferencia de 6 dioptrías prismáticas (Δ) para la ruptura y 7 Δ en la recuperación de la convergencia relativa positiva era clínicamente significativa. Para la amplitud de acomodación la diferencia fue de 1,25 D. Estos resultados sugieren que aquellos sujetos que presentan mayor severidad o incomodidad en las preguntas que engloba el factor 3, pueden presentar un déficit de acomodación y convergencia.

Atendiendo a los resultados obtenidos en la muestra objeto de nuestro estudio podemos concluir, en resumen, que:

- La prevalencia de incomodidad visual moderada o alta en una población joven universitaria se estima en aproximadamente un 12%.
- El cuestionario de incomodidad visual indica una mayor prevalencia de incomodidad en las mujeres que en los hombres. Nuestros resultados concuerdan

con los resultados obtenidos en estudios que utilizan el mismo método de detección.

- Existe la posibilidad de clasificar la incomodidad visual en tres factores o grupos de preguntas afines según la sintomatología que experimenta el paciente. La incomodidad visual expresada por las mujeres presenta una mayor prevalencia en cuanto a síntomas de dolor de cabeza y/o irritación ocular. Así mismo, como era de esperar, dicha sintomatología también es más prevalente en el grupo con migrañas.
- El número y la severidad de los síntomas o distorsiones observadas evalúan aspectos diferentes de la sintomatología de la incomodidad visual, en la evaluación del estrés visual con *Pattern Glare Test*, aspectos ambos importantes y que ofrecen información valiosa. En este sentido, en nuestro estudio, hemos encontrado una mayor severidad en los síntomas tras la visualización del patrón 3 (12 cpg) para las mujeres.
- Los valores normativos o criterio pasa-falla, en cuanto al número y severidad de los síntomas para en el *Pattern Glare Test* se aproximan a los obtenidos en otros estudios.
- El test Lucid ViSS no muestra diferencias significativas entre los tiempos con estrés y sin estrés en función del sexo ni de la existencia de migraña.
- La concordancia entre pruebas ha mostrado una relación entre la puntuación del cuestionario de incomodidad visual y la severidad de los síntomas para el patrón 2 (3 cpg) del *Pattern Glare Test*, lo que sugiere que puede resultar un buen método predictivo de aquellos sujetos que sean susceptibles de presentar estrés visual.
- La prueba de rastreo visual mediante el programa Lucid ViSS no muestra concordancia con ninguno de los diversos factores analizados tanto en el cuestionario como en el *Pattern Glare Test*. Esto indica que están valorando variables no relacionadas.
- Las habilidades visuales entre los grupos de baja y alta incomodidad visual difieren en el retardo acomodativo, la flexibilidad de vergencia. Por otra parte, sí que se ha considerado significativo, no tan sólo estadísticamente si no también clínicamente, la mayor prevalencia de foria asociada en el grupo de sujetos con alta incomodidad visual.. Estos resultados concuerdan con los estudios sobre estrés visual de Pickwell et al. (1987) y Yekta et al. (1989).
- Los sujetos con mayor sintomatología de diplopía y/o borrosidad (factor 3) en el cuestionario presentaban unos valores significativamente inferiores de la amplitud de acomodación y de la convergencia relativa positiva, comparados con los que indicaban menos síntomas.

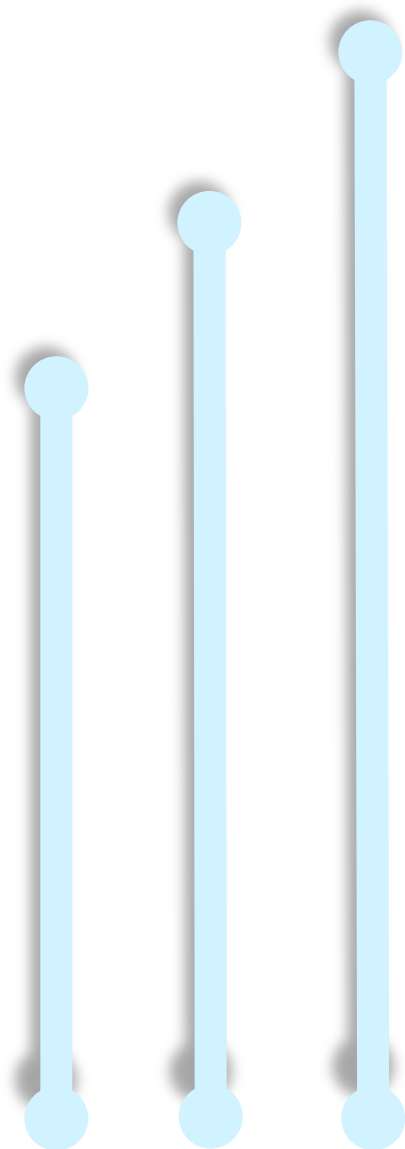
Los métodos de detección empleados han demostrado utilidad a la hora de identificar a los sujetos susceptibles de sufrir estrés visual de nuestra muestra pero la concordancia de resultados entre los tres métodos es baja. Esto puede ser o bien porque los instrumentos no son los adecuados o porque la incomodidad visual es una condición de etiología multifactorial y es necesario profundizar en la aplicación de herramientas de detección. Igualmente, sería deseable extender esta investigación a otras poblaciones y grupos de

edad, con el fin de identificar en estadios tempranos a los sujetos susceptibles y conocer la prevalencia y por tanto el riesgo de padecer estrés visual en dichos grupos de población

La información que proporcionan algunas pruebas de las habilidades visuales, del examen visual, tales como el retardo de la acomodación, la amplitud de acomodación, la flexibilidad de vergencia, la convergencia relativa positiva y la foria asociada pueden ayudar a la identificación temprana de los sujetos con síntomas de incomodidad visual. Por otra parte, la medida objetiva y precisa de ciertos aspectos tanto de la acomodación como de la binocularidad pueden resultar de gran utilidad para ampliar los conocimientos sobre factores contributivos a la sintomatología.

Así mismo, sería interesante valorar las habilidades visuales de aquellas personas que presentan un alto estrés visual determinado con un patrón de frecuencias espaciales con el objetivo de detallar mejor el fenómeno que provoca las molestias, de buscar la causa específica y de identificar la mejor estrategia de tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA



7 BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, P. M., GILCHRIST, J. M., & HOLLIS, J. (2008). Use of visual search in the assessment of pattern-related visual stress (PRVS) and its alleviation by colored filters. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 49(9), 4210-4218.

ALLEN, P. M., HUSSAIN, A., USHERWOOD, C., & WILKINS, A. J. (2010). Pattern-related visual stress, chromaticity, and accommodation. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 51(12), 6843-6849.

ALTMAN, D.G. (1991). *Practical statistics for medical research*. Ed. Chapman and Hal/CRC

ALVARADO, H & BATANERO, C. Significado del teorema central del limite en textos universitarios de probabilidad y estadística. *Meaning of central limit theorem in University statistics and Probability textbooks. Estudios Pedagógicos XXXIV*, N° 2: 7-28, 2008

BINGEFORS, K., ISACSON, D. (2004). Epidemiology co-morbidity, and impact on health-related quality of life of self-reported headache and musculoskeletal pain – a gender perspective. *Eur J Pain* 8:435-50

BLASKEY, P. F., SCHEIMAN, M. F., PARISI, M., CINER, E.B., C. E., GALLAWAY, M. F., & SELZNICK, R. (1990). The effectiveness of irlen filters for improving reading performance: A pilot study. *J Learn Disabil December*.

BORSTING, E., ROUSE, M., & DE LAND, P. (1999). Prospective comparison of convergence insufficiency and normal binocular children on CIRS symptom surveys. convergence insufficiency and reading study (CIRS) group. *Optom Vis Sci*, 76(4), 221-228.

BORSTING, E., ROUSE, M., DELAND, P., HOVETT, S., KIMUR, D., PARK, M., et al. (2003). Association of symptoms and convergence and accommodative insufficiency in school-age children. *Optometry*, 74(1), 25-34.

BORSTING, E. J., ROUSE, M. W., MITCHELL, G. L., SCHEIMAN, M., COTTER, S. A., COOPER, J., et al. (2003). Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in children aged 9 to 18 years. *Optometry & Vision Science*, 80(12)

BORSTING, E., CHASE, C. H., & RIDDER, W. H., III. (2007). Measuring visual discomfort in college students. *Optometry & Vision Science*, 84(8)

BORSTING, E., CHASE, C., TOSHA, C., & RIDDER, W. H. Longitudinal Study of Visual Discomfort Symptoms in College Students. *Optometry & Vision Science*: Oct 2008, V. 85, Issue 10 - pp 992-998.

BREITMEYER, B. G., & GANZ, L. (Jan 1976). Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccadic suppression, and information processing. *Psychological Review*, 83(1), 1-36.

BREWSTER, D. (1832). XXXVII. on the undulations excited in the retina by the action of luminous points and lines. *Philosophical Magazine Series 3*, 1(3), 169-174.

CHASE, C., TOSHA, C., BORSTING, E., & RIDDER, W. H. I. (2009). Visual discomfort and objective measures of static accommodation. *Optometry & Vision Science*, 86(7)

CHRONICLE, E., WILKINS, A., & COLESTON, D. (1995). Thresholds for detection of a target against a background grating suggest visual dysfunction in migraine with aura but not migraine without aura. *Cephalalgia*, 15(2), 117-122.

CIUFFREDA, K. J., SCHEIMAN, M., ONG, E., ROSENFELD, M., & SOLAN, H. A., (1997). Irlen lenses do not improve accommodative accuracy at near. *Optometry & Vision Science*, 74(5).

CIUFFREDA, K., KENYON, R., & STARK, L. (1983). Saccadic intrusions contributing to reading disability: A case report. *Am J Optom Physiol Opt*, 60(3), 242-249.

COLESTON, D. M., CHRONICLE, E., RUDDOCK, K. H., & KENNARD, C. (1994). Precortical dysfunction of spatial and temporal visual processing in migraine. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 57(10), 1208-1211.

CONLON, E., & HINE, T. (2000). The influence of pattern interference on performance in migraine and visual discomfort groups. *Cephalalgia*, 20(8), 708-713.

CONLON, E., LOVEGROVE, W., BARKER, S., & CHEKALUK, E. (2001). Visual discomfort: The influence of spatial frequency. *Perception*, 30(5), 571-581.

CONLON, E., LOVEGROVE, W., HINE, T., CHEKALUK, E., PIATEK, K., & HAYES-WILLIAMS, K. (1998). The effects of visual discomfort and pattern structure on visual search. *Perception*, 27(1), 21-33.

CONLON, E. G., LOVEGROVE, W. J., CHEKALUK, E., & PATTISON, P. E. (1999). Measuring visual discomfort. *Visual Cognition*, 6(6), 637-663.

CONLON, E., & HUMPHREYS, L. (2001). Visual search in migraine and visual discomfort groups. *Vision Research*, 41(23), 3063-3068.

DAY, M., GRAY, L. S., SEIDEL, D., & STRANG, N. C. (2009). The relationship between object spatial profile and accommodation microfluctuations in emmetropes and myopes. *Journal of Vision*, 9(10).

EDWARDS, V. T., HOGGEN, J. H., CLARK, C. D., & PRATT, C. (1996). Effects of a red background on magnocellular functioning in average and specifically disabled readers. *Vision Research*, 36(7), 1037-1045.

EVANS, B. J. W. (2001). *Dyslexia and vision*. Whurr, London.

EVANS, B. J. W., PATEL, R., & WILKINS, A. J. (2002). Optometric function in visually sensitive migraine before and after treatment with tinted spectacles. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22(2), 130-142.

EVANS, B. J. W., & STEVENSON, S. J. (2008). The pattern glare test: A review and determination of normative values. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 28(4), 295-309.

EVANS, B. J. W., WILKINS, A. J., BROWN, J., BUSBY, A., WINGFIELD, A., JEANES, R., et al. (1996). A preliminary investigation into the aetiology of meares-irlen syndrome. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 16(4), 286-296.

EVANS, B. J. W. (2005). The need for optometric investigation in suspected meares-irlen syndrome or visual stress. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 25(4), 363-370.

EVANS, B. J. W., BUSBY, A., JEANES, R., & WILKINS, A. J. (1995). Optometric correlates of meares-irlen syndrome: A matched group study. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 15(5), 481-487.

EVANS, B. J. W., & DRASDO, N. (1991). Tinted lenses and related therapies for learning disabilities: a review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 11(3), 206-217.

EVANS, B. J. W., & JOSEPH, F. (2002). The effect of coloured filters on the rate of reading in an adult student population. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22(6), 535-545.

EVANS, B. J. W., PATEL, R., WILKINS, A. J., LIGHTSTONE, A., EPERJESI, F., SPEEDWELL, L., et al. (1999). A review of the management of 323 consecutive patients seen in a specific learning difficulties clinic. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 19(6), 454-466.

FERSTER, D. (1986). Orientation selectivity of synaptic potentials in neurons of cat primary visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 6(5), 1284-1301.

FISHER, R. S., HARDING, G., ERBA, G., BARKLEY, G. L., & WILKINS, A. (2005). Photic- and pattern-induced seizures: A review for the epilepsy foundation of american working group. *Epilepsia*, 46(9), 1426-1441.

GALL, R., WICK, B., & BEDELL, H. (1998). Vergence facility: Establishing clinical utility. *Optometry & Vision Science*, 75(10).

GEORGESON, M. A. (1976). Psychophysical hallucinations of orientation and spatial frequency. *Perception*, 5(1), 99-111.

GEORGESON, M. A. (1980). The perceived spatial frequency, contrast, and orientation of illusory gratings. *Perception*, 9(6), 695-712.

HANNELL, G., GOLE, G. A., DIBDEN, S. N., ROONEY, K. F., PIDGEON, K. J., & MCGLINCHEY, N. D. (1989). Reading improvement with tinted lenses: A report of two cases. *Clinical and Experimental Optometry*, 72(5), 170-176.

HARLE, D. E., & EVANS, B. J. W. (2004). The optometric correlates of migraine. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24(5), 369-383.

HUANG, J., COOPER, T. G., SATANA, B., KAUFMAN, D. I., & CAO, Y. (2003). Visual distortion provoked by a stimulus in migraine associated with hyperneuronal activity. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 43(6), 664-671.

HUBEL, D. H. (1988). *Eye, brain and vision*. W.H. Freeman, New York.

HUBEL, D. H., & WIESEL, T. N. (Sep. 1979). Brain mechanisms of vision. *Scientific American*, 241(3), 150-162.

HUGHES, L., & WILKINS, A. (2000). Typography in children's reading schemes may be suboptimal: Evidence from measures of reading rate. *Journal of Research in Reading*, 23(3), 314-324.

IRLEN, H. (1983). Successful treatment of learning disabilities. *91th annual convention of the American Psychological Association, Anaheim, California*.

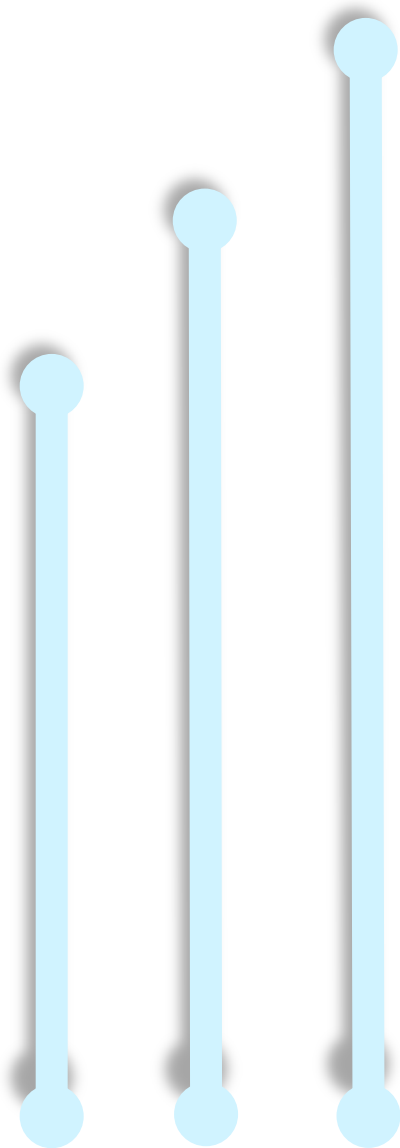
- IRLEN, H. (1990). *Method and apparatus of treatment of symptoms of the irlen syndrom.* (US Patent N° 4961640 ed.). The United States.
- IRLEN, H. (1991). *Reading by the colours: Overcoming dyslexia and other reading disabilities through the irlen method.* New York: Avery Publishing Co.
- IRLEN, H. (1997). Reading problems and irlen coloured lenses. *Dyslexia Review*, (Summer), 4-7.
- JEANES, R., BUSBY, A., MARTIN, J., LEWIS, E., STEVENSON, N., POINTON, D., et al. (1997). Prolonged use of coloured overlays for classroom reading. *British Journal of Psychology*, 88(4), 541-548.
- JUÁREZ, F., VILLATORO, J.A., LÓPEZ, E.K. (2002). *Apuntes de Estadística Inferencial.* México, D.F.: Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente.
- KRISS, I., & EVANS, B. J. W. (2005). The relationship between dyslexia and meares-irlen syndrome. *Journal of Research in Reading*, 28(3), 350-364.
- KROENKE, K., SPITZER, RL. (1998). Gender differences in the reporting of physical and somatoform symptoms. *Psychosom Med* 60:150-5.
- KRUK, R., SUMBLER, K., & WILLOWS, D. (2008). Visual processing characteristics of children with meares-irlen syndrome. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 28(1), 35-46.
- LIGHTSTONE, A., & EVANS, B. J. W. (1995). A new protocol for the optometric management of patients with reading difficulties. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 15(5), 507-512.
- LIVINGSTONE, M., & HUBEL, D. (1988). Segregation of form, color, movement, and depth: Anatomy, physiology, and perception. *Science*, 240(4853), 740-749.
- LIVINGSTONE, M., & HUBEL, D. (1987). Psychophysical evidence for separate channels for the perception of form, color, movement, and depth. *The Journal of Neuroscience*, 7(11), 3416-3468.
- LOPEZ, R., YOLTON, R. L., KOHL, P., SMITH, D. L. & SAXERUD, M.H. (Oct 1994). Comparison of irlen scotopic sensitivity syndrome test results to academic and visual performance. *Journal of the American Optometric Association*, Vol 65(10), 705-712.
- LUCID. (Aug, 2011). *Lucid visual stress screener (ViSS). administrator's manual* (2^a ed.) Lucid Research Ltd.
- LUDVIGSSON, P., HESDORFFER, D., OLAFSSON, E., KJARTANSSON, O., & HAUSER, W. A. (2006). Migraine with aura is a risk factor for unprovoked seizures in children. *Annals of Neurology*, 59(1), 210-213.
- MARCUS, D. A., & SOSO, M. J. (1989). Migraine and stripe-induced visual discomfort. *Archives of Neurology*, 46(10), 1129-1132.
- MEARES, O. (1980). Figure/ground, brightness contrast and reading disabilities. *Visible Language*, 14(1), 13-29.

- OAKHILL, J., & GARNHAM, A. (1988). *Becoming a skilled reader*. Cambridge, MA, US: Basil Blackwell.
- OLESEN, J., & STEINER, T. J. (2004). The international classification of headache disorders, 2nd edn (ICDH-II). *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 75(6), 808-811.
- PICKWELL, D., JENKINS, T., & YEKTA, A. A. (1987). The effect on fixation disparity and associated heterophoria of Reading at an abnormal close distance. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 7(4), 345-347.
- QUEIROZ, L. P., RAPOPORT, A. M., WEEKS, R. E., SHEFTELL, F. D., SIEGEL, S. E., & BASKIN, S. M. (1997). Characteristics of migraine visual aura. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 37(3), 137-141.
- ROBINSON, G. L., & FOREMAN, P. J. (1999). Scotopic sensitivity/irlen syndrome and the use of coloured filters: a long-term placebo controlled and masked study of reading achievement and perception of ability. *Perceptual and Motor Skills*, 89(1), 83-113.
- ROBINSON, G. L., & CONWAY, R. N. F. (2000). Irlen lenses & adults a small scale study of reading speed, accuracy, comprehension & self-image. *Australian Journal of Learning Disabilities*, 5(1), 4-13.
- ROUSE, M.W., BORSTING, E.J., LYNN, M.G., SCHEIMAN, M., COTTER, S.A., COOPER, J., KULP, M.T., LONDON, R., WENSVEEN, J., & CONVERGENCE INSUFFICIENCY TREATMENT TRIAL GROUP. Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in adults. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2004, 24, 5, 384-390, Blackwell Science Ltd.
- SCHEIMAN, M. F., BLASKEY, P., CINER, E.B., GALLAWAY, M. F., PARISI, M. F., POLLACK, K. F., et al. (1005). Vision characteristics of individuals identified as irlen filter candidates. *J Am Optom Assoc*. 1990 Aug;61(8):600-5.
- SCOTT, L., MCWHINNIE, H., TAYLO, L., STEVENSON, N., IRONS, P., LEWIS, E., et al. (2002). Coloured overlays in schools: Orthoptic and optometric findings. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 22(2), 156-165.
- SHEEDY, J. E., HAYES, J., & ENGLE, a. J. (2003). Is all asthenopia the same? *Optometry & Vision Science*, 80(11)
- SIMMERS, A. J., GRAY, L. S., & WILKINS, A. J. (2001). The influence of tinted lenses upon ocular accommodation. *Vision Research*, 41(9), 1229-1238.
- SINGLETON, C., & HENDERSON, L. (2007). Computerised screening for visual stress in reading. *Journal of Research in Reading*, 30(3), 316-331.
- SINGLETON, C., & HENDERSON, L. (2007). Computerized screening for visual stress in children with dyslexia. *Dyslexia*, 13(2), 130-151.
- SINGLETON, C., & TROTTER, S. (2005). Visual stress in adults with and without dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 28(3), 365-378.

- STEIN, J. (2001). The magnocellular theory of developmental dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 12-36.
- STEIN, J., & WALSH, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neurosciences*, 20(4), 147-152.
- TOSHA, C., BORSTING, E., RIDDER III, W. H., & CHASE, C. (2009). Accommodation response and visual discomfort. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 29(6), 625-633.
- TOSHIDA, K., OKUYAMA, F., & TOKORO, T. (1998). Influences of the accommodative stimulus and aging on the accommodative microfluctuations. *Optometry & Vision Science*, 75(3).
- TYRRELL, R., HOLLAND, K., DENNIS, D., & WILKINS, A. (1995). Coloured overlays, visual discomfort, visual search and classroom reading. *Journal of Research in Reading*, 18(1), 10-23.
- URTUBIA C. (1996). *Neurobiología de la visión*. Ediciones UPC.
- VALDOIS, S., BOSSE, M., & TAINTURIER, M. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, 10(4), 339-363.
- VIDYASAGAR, T.R. and MULLER, A. (1994). Function of GABAA inhibition in specifying spatial frequency and orientation selectivities in cat striate cortex. *Experimental Brain Research*, 98(1), 31-38.
- WADE, N. J. (1977). Distortions and disappearances of geometrical patterns. *Perception*, 6(4), 407-433.
- WATTEN, R. G. (1994). Reinvention of visual fatigue: Accumulation of scientific knowledge or neglect of scientific history? *Ophthalmic and Physiological Optics*, 14(4), 428-432.
- WILKINS, A. J. (1995). *Visual stress*. Oxford University Press, 24
- WILKINS, A.J. & EVANS, B.J.W. (2001) *Pattern Glare Test Instructions*. i.O.O. Sales Ltd, London.
- WILKINS, A. J. (2003). *Reading through colour. how coloured filters can reduce reading difficulty, eye strain, and headaches*. Chichester: John Wiley & Sons.
- WILKINS, A. J., & EVANS, B. J. W. (2001). *Pattern glare test instructions*. London: i.O.O. Sales Ltd.
- WILKINS, A. J., EVANS, B. J. W., BROWN, J. A., BUSB, A. E., WINGFIELD, A. E., JEANES, R. J., et al. (1994). Double-masked placebo-controlled trial of precision spectral filters in children who use coloured overlays. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 14(4), 365-370.
- WILKINS, A. J., JEANES, R. J., PUMFREY, P. D., & LASKIER, M. (1996). Rate of reading test®: Its reliability, and its validity in the assessment of the effects of coloured overlays. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 16(6), 491-497.

- WILKINS, A. J., & NIMMO-SMITH, M. (1987). The clarity and comfort of printed text. *Ergonomics*, 30(12), 1705-1720.
- WILKINS, A. J., & NIMMO-SMITH, I. (1984). On the reduction of eye-strain when reading. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 4(1), 53-59.
- WILKINS, A., PATEL, R., ADJAMIAN, P., & EVANS, B. (2002). Tinted spectacles and visually sensitive migraine. *Cephalalgia*, 22(9), 711-719.
- WILKINS, A. J., BAKER, A., AMIN, D., SMITH, S., BRADFORD, J., ZAIWALLA, Z., et al. (1999). Treatment of photosensitive epilepsy using coloured glasses. *Seizure*, 8(8), 444-449.
- WILKINS, A. J., NIMMO-SMITH, I., & JANSON, J. E. (1992). Colorimeter for the intuitive manipulation of hue and saturation and its role in the study of perceptual distortion. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 12(3), 381-385.
- WILKINS, A., EMMETT, J., & HARDING, G. (2005). Characterizing the patterned images that precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. *Epilepsia*, 46(8), 1212-1218.
- WILKINS A J, BINNIE C D, DARBY C E (1980) Visually-induced seizures. *Progress in Neurobiology*, 15, 85-117.
- WILKINS, A., HUANG, J., & CAO, Y. (2004). Visual stress theory and its application to reading and reading tests. *Journal of Research in Reading*, 27(2), 152-162.
- WILKINS, A., LEWIS, E., SMITH, F., ROWLAND, E., & TWEEDIE, W. (2001). Coloured overlays and their benefit for reading. *Journal of Research in Reading*, 24(1), 41-64.
- WILKINS, A., MILROY, R., NIMMO-SMITH, I., WRIGHT, A., TYRRELL, R., HOLLAND, K., et al. (1992). Preliminary observations concerning treatment of visual discomfort and associated perceptual distortion. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 12(2), 257-263.
- WILKINS, A., NIMMO-SMITH, I., TAIT, A., McMANUS, C., SALA, S. D., TILLEY, A., et al. (1984). A neurological basis for visual discomfort. *Brain*, 107(4), 989-1017.
- WILLIAMS, M. C., LECLUYSE, K., & ROCK-FAUCHEUX, A. (Jun 1992). Effective interventions for reading disability. *Journal of the American Optometric Association*, 63(6), 411-417.
- WIN-HALL, D., OSTRIN, L. A., KASTHURIRANGAN, S., & GLASSER, A. (2007). Objective accommodation measurement with the grand seiko and hartinger coincidence refractometer. *Optometry & Vision Science*, 84(9)
- WRAY, S. H., MIJOVIĆ-PRELEC, D., & KOSSLYN, S. M. (1995). Visual processing in migraineurs. *Brain*, 118(1), 25-35.
- YEKTA, A. A., PICKWELL, L. D., & JENKINS, T. C. A. (1989). Binocular vision without visual stress. *Optometry & Vision Science*, 66(12)
- ZEKI, S. (1983). Colour coding in the cerebral cortex: The responses of wavelength-selective and colour-coded cells in monkey visual cortex to changes in wavelength composition. *Neuroscience*, (9), 767-781.

ANEXOS



ANEXOS 1

CUESTIONARIO INCOMODIDAD VISUAL

DESCRIPTIVO DE LA PUNTUACIÓN TOTAL PARA TODA LA MUESTRA									
Percentiles								Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
								Limite Inf.	Limite Sup.
Totalidad		5	15	25	50	75	85	95	
		1	3	4	9	14	19	28	-8,21 30,16
Sexos	H	0		3	7	11		24,7	-4,20 20,16
	M	1		5	10	16		37	-8,72 32,64
Migrañas	NO	1		4	9	13,25		26,70	-8,10 29,55
	SI	1		5	9	19			-9,26 35,26

Tabla 1. Percentiles e intervalo de confianza al 95 % de la muestra de la puntuación total del cuestionario.

FACTORES DEL CUESTIONARIO

DESCRIPTIVO DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA TODA LA MUESTRA									
Percentiles								Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
								Limite Inf.	Limite Sup.
	5	15	25	50	75	85	95		
Factor 1	0	0	0	4,76	11,90	23,81	42,86	-20,72	40,08
Factor 2	0	0	0	13,33	26,67	40	60	-19,56	56,18
Factor 3	0	0	0	5,56	16,67	22,22	44,44	-22,26	43,92

Tabla 2. Percentiles e intervalo de confianza al 95 % de la muestra para los factores del cuestionario.

DESCRIPTIVO DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL GRUPO SEXO								
Percentiles							Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
							Limite Inf.	Limite Sup.
	5	25	50	75	95			
Factor 1	H	0	0	4,76	7,14	27,14	-10,91	22,55
Factor 2		0	0	6,67	20	49,33	-15,22	40,70
Factor 3		0	0	0	11,11	37,22	-14,28	29,84
Factor 1	M	0	0	4,76	14,29	48,35	-22,43	44,35
Factor 2		0	6,67	13,33	33,33	66,67	-19,89	60,19
Factor 3		0	0	5,56	16,67	56,39	-23,99	47,69

Tabla 3. Percentiles e intervalo de confianza al 95 % de la muestra para los factores del cuestionario en el grupo sexo.

DESCRIPTIVO DE LOS FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL GRUPO SEXO								
		Percentiles					Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		5 15	25	50	75	95	Limite Inf.	Limite Sup.
Factor 1	SIN	0	0	4,76	9,52	42,86	-20,09	38,67
Factor 2		0	0	13,33	26,67	59,00	-19,20	53,20
Factor 3		0	0	5,56	16,67	43,61	-22,00	43,46
Factor 1	CON	0	0	4,76	19,05		-25,28	51,34
Factor 2		0	13,33	26,67	46,67		-15,84	74,78
Factor 3		0	0	5,67	11,11		-25,10	48,50

Tabla 4. Percentiles e intervalo de confianza al 95 % de la muestra para los factores del cuestionario en el grupo migrañas.

CORRELACIÓN PUNTUACIÓN TOTAL Y FACTORES DEL CUESTIONARIO

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LA PUNTUACIÓN TOTAL Y DE LOS TRES FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL SUBGRUPO HOMBRES				
	Puntuación total del cuestionario	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Puntuación total del cuestionario		r=0,793 p<0,01	r=0,577 p<0,01	r=0,805 p<0,01
Factor 1			r=0,342 p=0,02	r=0,568 p<0,01
Factor 2				r=0,228 p=0,13
Factor 3				

Tabla 5. Análisis de correlación de la puntuación total y de los distintos factores del cuestionario para el subgrupo de hombres.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LA PUNTUACIÓN TOTAL Y DE LOS TRES FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL SUBGRUPO MUJERES				
	Puntuación total del cuestionario	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Puntuación total del cuestionario		r=0,863 p<0,01	r=0,720 p<0,01	r=0,829 p<0,01
Factor 1			r=0,461 p<0,01	r=0,665 p<0,01
Factor 2				r=0,485 p<0,01
Factor 3				

Tabla 6. Análisis de correlación de la puntuación total y de los distintos factores del cuestionario para el subgrupo de mujeres.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LA PUNTUACIÓN TOTAL Y DE LOS TRES FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL SUBGRUPO SIN MIGRAÑAS				
	Puntuación total del cuestionario	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Puntuación total del cuestionario		r=0,860 p<0,01	r=0,722 p<0,01	r=0,838 p<0,01
Factor 1			r=0,479 p<0,01	r=0,644 p<0,01
Factor 2				r=0,461 p<0,01
Factor 3				

Tabla 7. Análisis de correlación de la puntuación total y de los distintos factores del cuestionario para el subgrupo de sin migrañas.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LA PUNTUACIÓN TOTAL Y DE LOS TRES FACTORES DEL CUESTIONARIO PARA EL SUBGRUPO CON MIGRAÑAS				
	Puntuación total del cuestionario	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Puntuación total del cuestionario		r=0,854 p<0,01	r=0,666 p<0,01	r=0,764 p<0,01
Factor 1			r=0,328 p=0,17	r=0,458 p=0,04
Factor 2				r=0,508 p=0,02
Factor 3				

Tabla 8. Análisis de correlación de la puntuación total y de los distintos factores del cuestionario para el subgrupo de con migrañas.

PATTERN GLARE TEST

	Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
	Límite Inf.	Límite Sup.	Límite Inf.	Límite Sup.
Sint. P1	0,57	0,79	-0,76	2,12
Sint. P2	1,78	2,07	-0,03	3,87
Seve. P2	4,34	4,95	0,58	8,71
Sint. P3	1,50	1,82	-0,47	3,79
Seve. P3	4,19	4,83	0,27	8,74
P2-P3	0,10	0,43	-1,96	2,49
Seve. P2-P3	-0,14	0,41	-3,54	3,82

Tabla 9. Intervalo de confianza al 95% para la media y la muestra del número y severidad de los síntomas para la totalidad de la muestra.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO PARA EL GRUPO DE SEXO

PATRÓN 1

		DESCRIPTIVO DEL NÚMERO SÍNTOMAS DEL PATRÓN 1 PARA EL GRUPO SEXO										
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles				
						min	Max	5	25	50	75	95
P1	H	45	0,64	0,64	0,096	0	2	0	0	1	1	2
	M	136	0,69	0,76	0,06	0	3	0	0	1	1	2

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Limite Inf.	Limite Sup.	Limite Inf.	Limite Sup.
P1	H	0,45	0,84	-0,62	1,90
	M	0,56	0,82	-0,81	2,18

Tabla 10. Análisis descriptivo del número de síntomas del patrón 1 para el grupo sexo.

PATRÓN 2

		DESCRIPTIVO DEL NÚMERO Y SEVERIDAD SÍNTOMAS DEL PATRÓN 2 PARA EL GRUPO SEXO										
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles				
						min	Max	5	25	50	75	95
P2	H	45	1,89	1,02	0,15	0	4	0,3	1	2	3	4
	M	136	1,93	0,99	0,08	0	5	0	1	2	2	4
Seve.	H	45	4,33	2,00	0,29	1	9	1	2,5	4	6	7
	M	136	4,75	2,093	0,17	1	9	2	3	5	6	8

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Limite Inf.	Limite Sup.	Limite Inf.	Limite Sup.
P2	H	1,58	2,20	-0,12	3,90
	M	1,77	2,10	-0,01	3,87
Seve.	H	3,73	4,93	0,41	8,25
	M	4,40	5,10	0,64	8,85

Tabla 11. Análisis descriptivo del número y severidad de los síntomas del patrón 2 para el grupo sexo.

PATRÓN 3

DESCRIPTIVO DEL NÚMERO Y SEVERIDAD SÍNTOMAS DEL PATRÓN 3 PARA EL GRUPO SEXO												
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles				
						min	Max	5	25	50	75	95
P3	H	45	1,44	1,09	0,16	0	4	0	1	1	2	4
	M	136	1,73	1,07	0,09	0	5	0	1	2	2	4
Seve.	H	45	3,62	2,04	0,30	1	8	1	2	3	5	7,7
	M	136	4,80	2,12	0,18	1	9	1	3	5	7	8

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Limite Inf.	Limite Sup.	Limite Inf.	Limite Sup.
P3	H	1,11	1,77	-0,71	3,59
	M	1,55	1,91	-0,38	3,84
Seve.	H	3,01	4,24	-0,39	7,63
	M	4,44	5,16	0,63	8,96

Tabla 12. Análisis descriptivo del número y severidad de los síntomas del patrón 3 para el grupo sexo.

DIFERENCIA PATRÓN 2-PATRÓN 3

DESCRIPTIVO DE LA DIFERENCIA DE NÚMERO Y SEVERIDAD SÍNTOMAS DEL PATRÓN 2-3 PARA EL GRUPO SEXO												
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles				
						min	Max	5	25	50	75	95
Nº P2-3	H	45	0,44	1,23	0,18	-2	4	-1	0	0	1	2,7
	M	136	0,21	1,09	0,09	-3	3	-1	0	0	1	2
Seve. P2-3	H	45	0,71	1,60	0,23	-2	4	-2	0	1	2	3
	M	136	-0,05	1,93	0,16	-5	7	-3	-1	0	1	3

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Limite Inf.	Limite Sup.	Limite Inf.	Limite Sup.
Nº P2-3	H	0,07	0,82	-1,98	2,86
	M	0,02	0,39	-1,93	2,35
Seve. P2-3	H	0,23	1,19	-2,43	3,85
	M	-0,38	0,28	-3,83	3,73

Tabla 13. Análisis descriptivo de la diferencia del número y severidad de los síntomas del patrón 2 menos patrón 3 para el grupo sexo.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO PARA EL GRUPO DE MIGRAÑAS

PATRÓN 1

DESCRIPTIVO DEL NÚMERO SÍNTOMAS DEL PATRÓN 1 PARA EL GRUPO MIGRAÑAS													
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles					
						min	Max	5	15	25	50	75	95
P1	SIN	162	0,65	0,73	0,05	0	3	0		0	1	1	2
	CON	19	0,89	0,73	0,16	0	2	0		0	1	1	

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Límite Inf.	Límite Sup.	Límite Inf.	Límite Sup.
P1	SIN	0,54	0,77	-0,78	2,08
	CON	0,54	1,25	-0,54	2,32

Tabla 14. Análisis descriptivo del número de síntomas del patrón 1 para el grupo migrañas.

PATRÓN 2

DESCRIPTIVO DEL NÚMERO Y SEVERIDAD SÍNTOMAS DEL PATRÓN 2 PARA EL GRUPO MIGRAÑAS													
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles					
						min	Max	5	25	50	75	95	
P2	SIN	162	1,91	0,99	0,07	0	5	0,1	1	2	2,2	4	
	CON	19	2,05	1,02	0,23	0	4	0	1	1	3		
Seve.	SIN	162	4,63	2,06	0,16	1	9	1,1	3	5	6	8	
	CON	19	4,79	2,20	0,50	2	8	2	2	6	7		

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Límite Inf.	Límite Sup.	Límite Inf.	Límite Sup.
P2	SIN	1,75	2,06	-0,03	3,85
	CON	1,56	2,55	0,05	4,04
Seve.	SIN	4,31	4,95	0,59	8,66
	CON	3,73	5,85	0,47	9,10

Tabla 15. Análisis descriptivo del número y severidad de los síntomas del patrón 2 para el grupo migrañas.

PATRÓN 3

DESCRIPTIVO DEL NÚMERO Y SEVERIDAD SÍNTOMAS DEL PATRÓN 3 PARA EL GRUPO MIGRAÑAS												
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles				
						min	Max	5	25	50	75	95
P3	SIN	162	1,62	1,09	0,08	0	5	0	1	2	2	4
	CON	19	1,95	1,02	0,23	1	4	1	1	2	3	
Seve.	SIN	162	4,43	2,15	0,16	1	9	1	2	4,5	6	8
	CON	19	5,16	2,19	0,50	1	8	1	3	5	7	

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Limite Inf.	Limite Sup.	Limite Inf.	Limite Sup.
P3	SIN	1,45	1,79	-0,51	3,75
	CON	1,45	2,44	-0,04	3,94
Seve.	SIN	4,10	4,77	0,21	8,64
	CON	4,10	6,21	0,86	9,45

Tabla 16. Análisis descriptivo del número y severidad de los síntomas del patrón 3 para el grupo migrañas.

DIFERENCIA PATRÓN 2 – PATRÓN 3

DESCRIPTIVO DE LA DIFERENCIA DE NÚMERO Y SEVERIDAD SÍNTOMAS DEL PATRÓN 2-3 PARA EL GRUPO MIGRAÑAS												
		N	X	Sd	SE	Rango		Percentiles				
						min	Max	5	25	50	75	95
Nº P2-3	SIN	162	0,28	1,13	0,90	-3	4	-1	0	0	1	2
	CON	19	0,11	1,10	0,25	-1	2	-1	-1	0	1	
Seve. P2-3	SIN	162	0,20	1,87	0,14	-5	7	-3	-1	0	1,2	3
	CON	19	-0,37	1,86	0,42	-5	3	-5	-1	0	1	

		Intervalo de confianza para la media al 95%		Intervalo de confianza para la muestra al 95%	
		Limite Inf.	Limite Sup.	Limite Inf.	Limite Sup.
Nº P2-3	SIN	0,11	0,46	-1,93	2,49
	CON	-0,43	0,64	-2,04	2,26
Seve. P2-3	SIN	-0,09	0,49	-3,46	3,86
	CON	-1,27	0,53	-4,01	3,27

Tabla 17. Análisis descriptivo de la diferencia del número y severidad de los síntomas del patrón 2 menos patrón 3 para el grupo migrañas.

ANEXO EXAMEN DE LAS HABILIDADES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES

	DIFERENCIAS PARA EL FACTOR 1 DE BAJA Y ALTA INCOMODIDAD PARA LOS VALORES DEL EXAMEN VISUAL					
	BAJA INCOMODIDAD		ALTA INCOMODIDAD		t	p
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		
RX OD EE (D)	-1,45	2,03	-1,79	2,60	0,43	0,66
RX OI EE (D)	-1,58	2,12	-1,50	2,62	-0,10	0,91
Foria visión de lejos (Δ)	-0,10	0,40	-0,18	0,60	0,50	0,61
Foria visión de cerca (Δ)	0,17	3,55	-1,64	5,90	1,19	0,23
Respuesta Ac. NOTT OD (D)	0,30	0,26	0,36	0,30	-0,57	0,56
Respuesta Ac. NOTT OI (D)	0,28	0,23	0,45	0,29	-1,94	0,06
Ruptura CRN (Δ)	17,36	3,80	17,72	4,90	-0,24	0,80
Recuperación CRN (Δ)	12,61	4,43	12,87	4,60	-0,16	0,86
Ruptura CRP (Δ)	29,14	7,34	26,04	9,66	1,08	0,28
Recuperación CRP (Δ)	23,18	8,90	19,21	10,20	1,21	0,23
PPC (cm)	5,80	2,31	6,12	3,66	-0,33	0,74
Foria Vertical. (Δ)	-0,03	0,18	-0,04	0,15	0,19	0,84
AA OD (D)	9,92	1,06	9,10	1,54	1,92	0,06
AA OI (D)	10,06	0,90	9,62	1,71	1,04	0,30
Estereopsis (")	22,83	5,52	26,36	9,77	-1,45	0,15
Flexibilidad de Vergncia (cpm)	17,15	5,86	14,68	4,37	1,26	0,21
Flexibilidad Ac. OD (cpm)	13,93	6,06	12,54	6,61	0,63	0,53
Flexibilidad Ac. OI (cpm)	14,33	6,23	12,77	6,60	0,69	0,48
Flexibilidad Ac. AO (cpm)	10,46	4,87	10,13	5,32	0,18	0,85

[RX: refracción; EE: equivalente esférico; CRN: convergencia relativa negativa; CRP: convergencia relativa positiva; PPC: punto próximo de convergencia; AA: amplitud de acomodación; Ac: acomodación; D: dioptrías; Δ : dioptrías prismáticas; cpm; ciclos por minuto; " : segundos de arco]

Tabla 18. Diferencia para el factor 1 entre los grupos de baja y alta incomodidad para los distintas pruebas acomodativas y binoculares.

DIFERENCIAS PARA EL FACTOR 2 DE BAJA Y ALTA INCOMODIDAD PARA LOS VALORES DEL EXAMEN VISUAL						
	BAJA INCOMODIDAD		ALTA INCOMODIDAD		t	p
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		
RX OD EE (D)	-1,60	1,99	-1,46	2,49	-0,18	0,85
RX OI EE (D)	-1,73	2,12	-1,29	2,44	-0,60	0,55
Foria visión de lejos (Δ)	-0,12	0,44	-0,13	0,50	0,03	0,97
Foria visión de cerca (Δ)	0,20	3,77	-1,13	5,04	0,96	0,34
Respuesta Ac. NOTT OD (D)	0,26	0,24	0,42	0,28	-1,94	0,06
Respuesta Ac. NOTT OI (D)	0,27	0,23	0,42	0,26	-1,89	0,06
Ruptura CRN (Δ)	17,40	4,02	17,56	4,25	-0,12	0,90
Recuperación CRN (Δ)	12,36	4,92	13,18	3,60	-0,57	0,56
Ruptura CRP (Δ)	28,86	7,49	27,47	8,96	0,53	0,59
Recuperación CRP (Δ)	22,92	8,90	20,87	10,07	0,68	0,50
PPC (cm)	5,78	2,34	6,04	3,24	-0,29	0,77
Foria Vertical. (Δ)	-0,02	0,17	-0,06	0,17	0,76	0,44
AA OD (D)	9,94	1,04	9,32	1,45	1,58	0,12
AA OI (D)	10,16	0,62	9,59	1,67	1,54	0,13
Estereopsis (")	22,40	4,81	25,94	9,16	-1,61	0,11
Flexibilidad de Vergncia (cpm)	17,26	6,35	15,28	3,90	1,15	0,27
Flexibilidad Ac. OD (cpm)	14,14	6,02	12,65	6,46	0,74	0,45
Flexibilidad Ac. OI (cpm)	14,54	6,11	12,93	6,64	0,79	0,43
Flexibilidad Ac. AO (cpm)	10,62	5,18	10,00	4,64	0,38	0,70

[RX: refracción; EE: equivalente esférico; CRN: convergencia relativa negativa; CRP: convergencia relativa positiva; PPC: punto próximo de convergencia; AA: amplitud de acomodación; Ac: acomodación; D: dioptrías; Δ : dioptrías prismáticas; cpm; ciclos por minuto; " : segundos de arco]

Tabla 19. Diferencia para el factor 2 entre los grupos de baja y alta incomodidad para los distintas pruebas acomodativas y binoculares.

PREVALENCIA DE LA FORIA ASOCIADA PARA EL FACTOR 1 Y 3

		PREVALENCIA DE LA FORIA ASOCIADA PARA EL FACOTR 1 EN LOS SUBGRUPOS BAJA Y ALTA INCOMODIDAD	
		FORIA ASOCIADA	
		AUSENCIA	PRESENCIA
BAJA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	22 (73,3%)	8 (26,7%)
ALTA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	7 (63,6%)	5 (36,4%)

Tabla 20. Prevalencia de la foria asociada para el factor 1 en los subgrupos de baja y alta incomodidad.

		PREVALENCIA DE LA FORIA ASOCIADA PARA EL FACOTR 3 EN LOS SUBGRUPOS BAJA Y ALTA INCOMODIDAD	
		FORIA ASOCIADA	
		AUSENCIA	PRESENCIA
BAJA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	24 (77,4%)	7 (22,6%)
ALTA INCOMODIDAD	Nº Sujetos (% dentro de subgrupo)	5 (50,0%)	5 (50,0%)

Tabla 21. Prevalencia de la foria asociada para el factor 3 en los subgrupos de baja y alta incomodidad.

ANEXO 2



CUESTIONARIO DE ESTRÉS VISUAL

Preguntas:

1. ¿Sientes tus ojos llorosos, enrojecidos, doloridos, tensos, cansados, resecos, arenosos o te los frotas mucho al ver un patrón a rayas?
2. ¿Sientes tus ojos llorosos, enrojecidos, doloridos, tensos, cansados, resecos o arenosos, después de haber estado leyendo un periódico o una revista con una impresión clara?
3. ¿Sientes tus ojos llorosos, enrojecidos, doloridos, tensos, cansados, resecos o arenosos, al trabajar bajo luces fluorescentes?
4. ¿Con qué frecuencia tienes dolor de cabeza cuando trabajas bajo luz fluorescente?
5. ¿Has tenido alguna vez dolor de cabeza al leer un periódico o una revista con la impresión clara?
6. Cuando lees, ¿Alguna vez has tenido que volver a leer, sin querer, la misma palabra en una línea de texto?
7. ¿Tienes que usar un lápiz o el dedo para no perderte al leer una página de texto en un libro o revista?
8. Cuando lees, ¿Alguna vez has tenido que volver a leer sin querer la misma línea?
9. Cuando lees, ¿Alguna vez tienes que esforzarte mucho para evitar que las palabras se emborronen o desenfocuen, en una página de texto claro?
10. Cuando lees, ¿Te ocurre que las palabras parecen desvanecerse en el fondo del texto y volver a aparecer, en una página de texto claro?
11. ¿Las letras, en una página de texto claro, alguna vez están borrosas cuando estás leyendo?
12. ¿Alguna vez, las letras en una página, parecen tener como una doble imagen cuando estás leyendo?
13. Cuando lees, ¿Las palabras en una página parecen moverse o flotar?
14. Cuando lees, ¿Alguna vez tiene dificultades para mantener las palabras enfocadas, en una página de texto claro?
15. Cuando estás leyendo una página que consiste en fondo negro con letras blancas, ¿alguna vez te da la sensación que el fondo adelanta a las letras, haciéndolas difíciles de leer?
16. Cuando estás leyendo una página con letras negras sobre fondo blanco, ¿alguna vez tienes que mover la página o parpadear continuamente para evitar el deslumbramiento que parece venir del fondo?
17. ¿Alguna vez tienes dificultades para ver más de una o dos palabras enfocadas, en una línea?
18. ¿Alguna vez tienes dificultades para leer las palabras en una página debido a que parecen destellar o parpadear?
19. Al leer con luz fluorescente o luz solar, ¿el brillo de las páginas de papel blanco satinado causa que muevas continuamente la página para que puedas ver claras las palabras?
20. ¿Tienes que mover los ojos por la página, parpadear continuamente o frotarte los ojos para conseguir que el texto sea fácil de ver cuando estás leyendo?
21. ¿Alguna vez te parece que el fondo blanco detrás del texto se mueve, parpadea o brilla haciendo las letras difíciles de leer?
22. Cuando lees, ¿te parece que las palabras o las letras en las palabras se separan?
23. Como resultado de cualquiera de las dificultades mencionadas, ¿encuentras la lectura una tarea lenta?

Preguntes:

1. Sents els ulls plorosos, vermells, adolorits, tensos, cansats, ressecs, sorrencs o te'ls fregues molt en veure un patró de ratlles?
2. Sents els ulls plorosos, vermells, adolorits, tensos, cansats, ressecs, sorrencs, després d'haver estat llegint un diari o una revista amb una impressió clara?
3. Sents els ulls plorosos, vermells, adolorits, tensos, cansats, ressecs, sorrencs, en treballar sota llums fluorescents?
4. Amb quina freqüència tens mal de cap quan treballes sota llum fluorescent?
5. Has tingut alguna vegada mal de cap llegint un diari o una revista amb la impressió clara?
6. Quan llegeix, alguna vegada has hagut de tornar a llegir, sense voler, la mateixa paraula en una línia de text?
7. Has de fer servir un llapis o el dit per no perdre't al llegir una pàgina de text d'un llibre o revista?
8. Quan llegeixes, alguna vegada has hagut de tornar a llegir sense voler la mateixa línia?
9. Quan llegeixes, alguna vegada t'has d'esforçar molt per evitar que les paraules s'esborronin o es desenfoquin, en una pàgina de text clar?
10. Quan llegeixes, et passa que les paraules semblen esvair-se en el fons del text i tornar a aparèixer, en una pàgina de text clar?
11. Les lletres, en una pàgina de text clar, alguna vegada estan borroses mentre llegeixes?
12. Alguna vegada, les lletres en una pàgina, semblen tenir com una doble imatge quan estàs llegint?
13. Quan llegeixes, les paraules en una pàgina semblen moure o surar?
14. Quan llegeixes, alguna vegada tens dificultats per mantenir les paraules enfocades, en una pàgina de text clar?
15. Quan estàs llegint una pàgina que consisteix en fons negre amb lletres blanques, alguna vegada et dona la sensació que el fons s'avança a les lletres, fent-les difícils de llegir?
16. Quan estàs llegint una pàgina amb lletres negres sobre fons blanc, alguna vegada has de moure la pàgina o parpellejar contínuament per evitar l'enlluernament que semblava venir del fons?
17. Alguna vegada tens dificultats per veure més d'una o dues paraules enfocades, en una línia?
18. Alguna vegada tens dificultats per llegir les paraules en una pàgina pel fet que semblen enlluernar o parpellejar?
19. Al llegir amb llum fluorescent o llum solar, la brillantor de les pàgines de paper blanc setinat causa que moguis contínuament la pàgina perquè puguis veure les paraules clares?
20. Has de moure els ulls per la pàgina, parpellejar contínuament o te'ls fregues per aconseguir que el text sigui fàcil de veure quan estàs llegint?
21. Alguna vegada et sembla que el fons blanc darrere del text es mou, parpelleja o brilla fent les lletres difícils de llegir?
22. Quan llegeixes, et sembla que les paraules o les lletres en les paraules se separen?
23. Com a resultat de qualsevol de les dificultats esmentades, trobes la lectura una tasca lenta?

HOJA DE RESPUESTAS PATTERN GLARE

Rx	<input type="checkbox"/> No usa	<input type="checkbox"/> Con gafas	<input type="checkbox"/> No las lleva	<input type="checkbox"/> LC
Diagnosticado	<input type="checkbox"/> Migrañas	<input type="checkbox"/> Epilepsia	<input type="checkbox"/> Dislexia	
Observaciones:				

Señala la respuesta del paciente:

A = Ambos lados; D = predominantemente el lado derecho; I = predominantemente el lado izquierdo

PATRON 1

Colores	Líneas curvadas	Líneas difuminadas	Brillo/parpadeo	Apagan/Desaparecen	Formas ocultas	Otros efectos (especificar)
A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I
Observaciones:						

PATRON 2

Colores	Líneas curvadas	Líneas difuminadas	Brillo/parpadeo	Apagan/Desaparecen	Formas ocultas	Otros efectos (especificar)
A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I
Observaciones:						

Indica el grado de comodidad o incomodidad que te ha resultado la visualización del patrón:

Comodidad total 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Incomodidad total

PATRON 3

Colores	Líneas curvadas	Líneas difuminadas	Brillo/parpadeo	Apagan/Desaparecen	Formas ocultas	Otros efectos (especificar)
A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I	A / D / I
Observaciones:						

Indica el grado de comodidad o incomodidad que te ha resultado la visualización del patrón:

Comodidad total 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Incomodidad total

EXAMEN VISUAL

Nº

ANAMNESIS

Diagnosticado	<input type="checkbox"/> Migrañas	<input type="checkbox"/> Epilepsia	<input type="checkbox"/> Dislexia	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Medicación Especificar:				

CIRUGIAS OCULAR	
-----------------	--

SbRX (Retino)	OD
	OI

EXAMEN VISUAL

DIP:	cm		
RX GAFA	OD		AV _{OD}
	OI		AV _{OI}
Cover Test	VL	VP (40 cm)	

RESULTADO	<input type="checkbox"/> PASA	<input type="checkbox"/> NO PASA
-----------	-------------------------------	----------------------------------

EXAMEN VISUAL COMPLETO

BLOQUE 1

RESPUESTA ACOMODATIVA NOTT	OD:	D						
	OI:	D						
CRN CRP (VP)	CRN(BN)	/	/	Δ	CRP(BT)	/	/	Δ
	CRN(BN)	/	/	Δ	CRP(BT)	/	/	Δ
	CRN(BN)	/	/	Δ	CRP(BT)	/	/	Δ

BLOQUE 2

PPC (40 cm)	cm		FORIA VERTICAL (MADDOX)			
	cm					
	cm					
AA (alejamiento)	OD:	cm →	D	OI:	cm →	D
	OD:	cm →	D	OI:	cm →	D
	OD:	cm →	D	OI:	cm →	D

BLOQUE 3

ESTEREOPSIS (RANDOT)	seg. arco		FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA	OD:		cpm
FLEXIBILIDAD VERGENCIA				OI:		cpm
	3ΔBN/12BT: cpm	BINO:		cpm		
FORIA ASOCIADA (U. MALLET a 40 cm)	Horizontal			Vertical		

HORARIO SEMANA					
	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
9-10					
10-11					
11-12					
12-13					
13-14					
15-16					
16-17					
17-18					
18-19					
19-20					